THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

Fischer
ESTAG

Geſchichte
der
Phyſik
ſeit der Wiederherſtellung der Künſte und Wiſſenſchaften
bis auf die neueſten Zeiten

von

Johann Carl Fiſcher,
der Philoſophie Prof. zu Jena und verſchied. gelehrten Geſellſchaften Ehrenmitgliede.

ASTOR LIBRARY
NEW-YORK.

Siebenter Band.
Mit drey Kupfertafeln.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Rower.
1806.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zweyter Abschnitt.

Von den Meynungen und Entdeckungen in der besondern Naturlehre.

Erstes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Lichte.

Wesen des Lichts.

Euler hatte durch seine außerordentlich schöne Anwendung der Mathematik auf seine Hypothese über das Wesen des Lichts die meisten Physiker seiner Zeit verleitet, diese als die wahre anzunehmen. So sagt Erxleben[a]: "mir kommt noch immer die Euler'sche Theorie von der Natur des Lichts wahrscheinlicher vor, als die Newton'sche, und es scheint mir, als ob bey ihr verschiedene Schwierigkeiten nicht statt finden, die bey Newton's Theorie vorhanden sind. Hieher gehört außer andern besonders noch diese Erfahrung, daß manche Körper dadurch noch durchsichtiger werden, daß man ihnen eine größere Dichtigkeit giebt, welche ich nach Newton's Theorie nicht begrei-

a) Anfangsgründe der Naturlehre. §. 313.

greifen kann. Dennoch geſtehe ich gern, daß man nicht wirklich zu beweiſen im Stande iſt, daß Newton Unrecht habe, und vielleicht wird man der großen Feinheit des Lichts wegen niemals mit völliger Gewißheit ausmachen können, auf welcher Seite die Wahrheit iſt." Auch Karſten [b]), der erſte, welcher die Grundſätze der Chemie mit der damaligen Phyſik ſchweſterlich zu verbinden anfieng, neigt ſich noch auf Eulers Hypotheſe. Allein ſeitdem Wilke entdeckte, daß beym Schmelzen des Eiſes eine merkliche Wärmemenge verſchluckt werde, und ſeitdem die wichtigen Entdeckungen der Luftarten durch Prieſtley und Lavoiſier gemacht wurden, fieng man auch bald an, das Licht als eine eigene Materie zu betrachten, und ihr, wie jeder andern Materie, Verwandtſchaft mit den übrigen Körpern beyzulegen. Und nach dem Urtheile des Hofr. Lichtenbergs [c]) reicht Eulers Vibrationsſyſtem vermittelſt einiger Hülfsfiktionen zwar hin, zu erklären, wie Helle, Hellheit ſo entſtehen kann, wie wir ſie bemerken (und aus dieſem Geſichtspunkte iſt das Licht bisher faſt einzig betrachtet worden), aber nicht, ohne Fiktionen mit Fiktionen zu häufen und allen Weg der Analogie gänzlich zu verlaſſen, wie ſo viele andere Wirkungen des Lichts ſtatt finden können. So ließe ſich der Geruch der Schwefelleber ſehr gut durch Vibrationen erklären, aber nicht die übrigen Einwirkungen der Schwingungen, z. B. auf die Auflöſungen der Metalle. Man dürfe mit Zuverläſſigkeit behaupten, daß, ſeitdem man angefangen habe, das Licht als einen Körper mit allen ſeinen Affinitäten zu betrachten, verbunden mit ſeiner Ge-

b) Anfangsgründe der Naturlehre. §. 405.

c) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre. §. 308. Anmerk.

Digitized by Google

Geschwindigkeit, endlich ein Tag in den dunkelsten Gegenden der Physik zu dämmern angefangen habe. Hiermit werde aber nicht geläugnet, daß auch diese Vorstellungsart noch ihre Schwierigkeiten habe, und daß wir überhaupt noch weit entfernt wären, die Natur des Lichts deutlich zu erkennen, und aus subjektiven Gründen vielleicht nie ergründen werden.

Der Euler'schen Theorie hat man vorzüglich entgegengesetzt, daß dabey eine Materie angenommen ist, welche durch die Erfahrung nicht erwiesen werden kann. Nach Gren [d]) ist sogar die Existenz des Aethers nicht einmal möglich. Denn wenn er ein elastisches oder expansibles Fluidum bildete, welches nicht schwer wäre und auch von keiner andern Materie angezogen würde, so müßte er sich durch seine Repulsionskraft ins Unendliche zerstreuen, d. h. es würde nirgends ein endliches Quantum desselben angetroffen werden, weil nichts sey, was seiner Ausdehnungskraft Grenzen setzen könnte. Sollte er aber ein schweres elastisches Fluidum bilden, wie die Luft, so würde seine Beschränkung zwar möglich seyn; dann würden wir aber sein Daseyn durchs Gewicht entdecken müssen; und davon lehrten uns die Erfahrungen nichts. — Allein meinem Urtheile nach scheinen diese Gründe nicht hinreichend zu seyn, das Daseyn des Aethers für unmöglich zu halten. Es läßt sich mit der dynamischen Lehre ganz wohl vereinigen, daß in dem ganzen Weltraume ein elastisches Fluidum verbreitet sey, welches durch die Anziehung der allgemeinen Materie (der Weltkörper) beschränkt wird, ob wir gleich selbiges mit unsern Werkzeugen eben so wenig, wie das Licht, abwägen können.

Die

d) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. S. 543.

Eulers Einwürfe gegen die Materialität des Lichts ſcheinen übrigens von geringer Erheblichkeit zu ſeyn, und die meiſten derſelben ſind ſchon im 4ten Theile S. 452. u. f. widerlegt worden. Einer der wichtigſten Einwürfe, beſonders gegen die atomiſche Phyſik, iſt dieſer, daß das Licht als Materie nach allen Richtungen durch die durchſichtigen Materien hindurchgehe, woraus folge, daß die durchſichtigen Körper nach allen dieſen Richtungen Zwiſchenräumchen haben müßten, um den Lichtſtrahlen freye Durchgänge zu verſtatten. Ein ſolcher Bau der Körper würde aber gar keine Verbindung der Materie möglich machen. — Allein auch dieſer Einwurf fällt weg, wenn man die ganze Sache dynamiſch betrachtet, wo das Licht, als materieller Stoff, andere Materie durchdringen, und mithin durch ſelbige hindurch gehen kann.

Durch die unverkennbare Einwirkung des Lichts bey ſehr vielen Naturerſcheinungen, welche beſonders durch die Verſuche der Herren Prieſtley, Scheele, Lavoiſier, Berthollet, Chaptal und Ingenhouß beobachtet wurden, hat man auf die Materialität des Lichts geſchloſſen. Die vorzüglichſten Erſcheinungen ſind dieſe: Pflanzen, welche dem Lichte nicht ausgeſetzt werden, wenn man ſie auch ſonſt in der ihnen angemeſſenen Wärme aufzieht, behalten eine bleiche Farbe; auch drehen ſich gewiſſe Gewächſe ſtets nach der Sonne, und junge Blätter und Zweige neigen ſich größtentheils nach dem Orte, von welchen das meiſte Licht auf ſie fällt. Die grüne Tinktur, welche man durchs Aufgießen von Weingeiſt auf Kirſch Feigen: oder Hollunderblätter erhält, verliert binnen 20 Stunden am Sonnenlichte ihre grüne Farbe, er

hält

Digitized by Google

hält sich aber in einem undurchsichtigen Gefäße oder in einem mit schwarzem Papier bedeckten Glase mehrere Monate lang. Wenn grüne Blätter, ins Wasser gelegt, dem Sonnenlichte ausgesetzt werden, so entwikkelt sich Sauerstoffgas, welches ohne Licht bey eben demselben Wärmegrade nicht erfolgt. Die dephlogistisirte Salzsäure, deren eigenthümliche Farbe gelb ist, wird im Sonnenschein wasserhell, und entwickelt aus sich Sauerstoffgas; unter schwarzem Papiere aber erfolgt nichts. Auch die weiße Salpetersäure wird im Sonnenlichte gelb; im Schatten hingegen und in der Ofenwärme behält sie ihre Farbe. Hornsilber und Silbervitriol werden im Sonnen- und Tageslichte selbst unter dem Wasser und in verschlossenen Gefäßen schwarz, aber keinesweges, wenn sie an finstern Orten stehen. Alle diese Erscheinungen und noch viele andere geben unläugbare Beweise von dem Einflusse des Lichts auf die Naturprodukte ab.

Ob nun gleich die meisten Physiker und Chemiker aus allen diesen Wirkungen das Licht für eine wirkliche materielle Substanz hielten, so sind sie doch in Ansehung der Natur derselben gar verschiedener Meynung. Scheele[e]) glaubte, daß die Lichtmaterie zusammengesetzt sey aus Wärme und einem brennbaren Wesen, und gründete seine Meynung auf einige von ihm gemachte Versuche.

Dagegen äußerte Selle[f]) seine Meynung über die Natur des Lichts auf diese Art: er möchte zwar

e) Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer. Upſ. u. Leipz. 1777. 8.
f) Neue Beyträge zur Natur- und Arzeney-Wissenschaft. Berl. 1782. Th. I. S. 200.

zwar nicht behaupten, daß das Licht ein wahres Element, und alſo eine einfache Subſtanz ſey; allein es ſchienen ihm doch die phyſiſchen Gründe eines Newton, und die chemiſchen Beweiſe eines Scheele nicht hinreichend zu ſeyn, die zuſammengeſetzte Natur des Lichts außer Zweifel zu ſetzen. Durch das Brechen der Lichtſtrahlen durchs Prisma geſchehe ja offenbar keine chemiſche Scheidung, und wahrſcheinlich auch nicht eine mechaniſche, ſondern bloß eine verſchiedene Modification eines und deſſelben Weſens. Dieſelbe Subſtanz unter verſchiedenen Winkeln gebrochen, mehr oder weniger eingeſchränkt, auf dieſe oder jene Art zurückgeworfen, könne ja ſchon eben dadurch alle die Verſchiedenheit von Farben erhalten, ohne daß ſie deßwegen an und für ſich eine aus ungleichartiger Materie beſtehende Subſtanz ſey.

Nach dem Syſtem des Herrn Lavoiſier g) iſt die Lichtmaterie mit der Wärmematerie einerley; er nennt ſie feurige Flüſſigkeit (fluide igné), Feuermaterie, Lichtmaterie, hält ſie für elementariſch, und glaubt, daß ſie als eine ſehr feine Flüſſigkeit unſere Erde von allen Seiten umgebe, und alle Körper ohne Ausnahme durchdringe; dieſe Materie ſtrebe ſich in allen Körpern ins Gleichgewicht zu ſetzen, durchdringe aber nicht alle gleich leicht; auch ſey ſie bald in einem freyen Zuſtande, bald unter einer gebundenen Geſtalt mit den Körpern verbunden. Ueberhaupt haben Lavoiſier und die meiſten Anhänger ſeines Syſtems von den Verhältniſſen des Wärme- und Lichtſtoffs gar nichts Beſtimmtes angegeben, und das Licht b

ſtä

g) Mémoir. ſur le combuſt. in den Mémoir. de Par 1777. überſ. von Wetzel. Th. III. Greifsw. 1783. S. 170 f.

ständig als einen bloßen Begleiter der Wärme betrachtet, wiewohl sie sonst in ihren Verzeichnissen der einfachsten Stoffe den Lichtstoff (lumière) von dem Wärmestoffe (calorique) unterscheiden. Alles, was sie davon sagen, läuft bloß da hinaus, daß bey einigen Prozessen der frey gewordene Wärmestoff entweder allein erwärme, oder auch zugleich leuchte, ohne jedoch nur irgend einen Grund anzugeben, warum jenes oder dieses erfolgen müsse. Dabey nehmen sie an, daß das Sauerstoffgas die einzige Quelle des Lichts sey. Sie behaupten nämlich, daß beym Verbrennen der verbrennlichen Körper das Sauerstoffgas zersetzt werde, indem der Sauerstoff sich mit den verbrennlichen Körpern verbinde, und das Licht des Gas frey werde.

Herr de Lüc [h]) hält es für möglich, daß der Lichtstoff zusammengesetzt sey, obgleich unsere Sinne wegen seiner äußersten Feinheit davon nichts erkennen könnten. Für eine der einfachsten Verbindungen des Lichts hält er das Feuer, in welchem das Licht nach seiner Theorie das fluidum deferens, und mit der Wärme- oder Feuermaterie, als schwerer Substanz, verbunden ist. Das Licht ist also nach ihm die Ursache der Flüssigkeit des Feuers, mithin die Ursache aller Flüssigkeit. Ueberhaupt war Herr de Lüc der erste, welcher lehrte, daß das Licht mit den Luftarten eine chemische Verbindung eingehe, und denselben eine bleibende elastische Form gebe.

Andere halten dafür, daß das Licht in den[illegible] baren Körpern unter dem Nahmen des Brennstoffs gebunden sey.

Herr

h) Journ. de physique. Juil. 1790. und in Grens Journ. der Phys. B. IV. S. 233 f.

Herr D. Richter [i]) und mit ihm die Herren Leonhardi und Gren glauben mit Scheele, daß das Licht aus Wärmeſtoff und Brennſtoff zuſammengeſetzt ſey. Gren [k]) macht beſonders auf den Umſtand aufmerkſam, daß in allen den Fällen, wenn aus Körpern Licht entwickelt werden ſoll, durchaus ein gewiſſer Grad von Wärme nöthig iſt; daraus ſchließt er, daß das Licht keine urſprünglich expanſible Flüſſigkeit, ſondern daß ſeine Expanſibilität eine vom Wärmeſtoffe abgeleitete oder mitgetheilte, oder daß das Licht aus einer an ſich nicht expanſiblen, eigenthümlichen Baſis und dem Wärmeſtoffe zuſammengeſetzt ſey. Eben dieſe eigenthümliche Baſis nennt er den Brennſtoff oder das Phlogiſton. Nach Gren iſt alſo der Wärmeſtoff das fluidum deferens, welches nach Herrn de Lüc gerade umgekehrt das Licht iſt. Aus dieſem Satze, daß das Licht eine aus dem Brennſtoff und Wärmeſtoff zuſammengeſetzte Flüſſigkeit ſey, ſucht Gren eine Menge von Erſcheinungen des Lichts und des Feuers zu erklären, die ſonſt nach ſeiner Meynung ganz unerklärt bleiben müßten. So höre das Licht auf, vom Geſichte empfunden zu werden, nicht allein, wenn ſeine Intenſität bis auf einen gewiſſen Grad abnehme, ſondern auch, wenn das Verhältniß des Brennſtoffes zum Wärmeſtoffe darin bis auf eine gewiſſe Grenze vermindert worden ſey, wo es ſich uns dann bloß als reiner Wärmeſtoff offenbaren könne. Ferner könne das Licht zerſetzt, und auch wieder zuſammengeſetzt werden; es könne verändert werden oder in eine andere Art des farbigen Lichts über-

i) Ueber die neuern Gegenſtände der Chemie. Drittes Stück, enthaltend den Verſuch einer Kritik des antiphlogiſtiſchen Syſtems. Breßlau u. Hirſchberg 1793. 8.

k) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 802 ff.

übergehen, wenn das Verhältniß seiner Bestandtheile geändert werde. Das Licht zersetze sich, wenn seine Basis, durch Anziehung anderer Substanzen dagegen, vom Wärmestoffe getrennt werde, und dieser folglich als reiner Wärmestoff übrig bleibe, welcher nicht mehr leuchtend sey. Es könne aber auch dadurch aufhören, leuchtend zu seyn, wenn es, ohne zersetzt zu werden, seiner ganzen Zusammensetzung nach, durch Anziehung anderer Materien dazu, aufhört, expansible Flüssigkeit zu seyn, oder figirt werde u. s. f.

Mehrere Chemiker und Physiker glauben, daß das Licht eine bloße Modifikation der Wärmematerie sey. So sagt Girtanner [l]), der Lichtstoff sey ein bloß hypothetisch angenommener Stoff, dessen Existenz noch nicht bewiesen zu seyn scheine. Vielleicht sey das Licht keine eigene Materie, sondern eine bloße Modifikation des Wärmestoffs, durch welche derselbe fähig werde, auf die Organe unsers Gesichts einen gewissen Eindruck zu machen. Jedoch gesteht er ein, daß das Licht auf die Körper Einfluß habe; nur sey es gänzlich unbekannt, von welcher Art dieser Einfluß des Lichts sey, und wie dasselbe wirke.

Auch Herr Prof. Link [m]) hält das Licht für eine bloße Modifikation des Wärmestoffs. Den Grund von der Verschiedenheit des Lichts und der Wärme, daß die Wirkungen beyder gänzlich von einander verschieden wären, und sogar ganz von einander verschiedene Sinne von beyden afficirt würden, sucht Herr Link auf folgende Art zu entkräften:

1. Der

l) Anfangsgr. der antiphlogist. Chemie. 1795. 8. S. 14.

m) Beobachtung. und Betracht. über den Wärmestoff. S. 7.

1. Der Wärmeſtoff zeige ja ſchon eine Menge ſehr verſchiedener Wirkungen, er erwärme, er dehne die Körper aus, er ſchmelze einige und verwandle andere in Dämpfe und Luftarten.

2. Auch würden das Erwärmen und das Ausdehnen durch den Wärmeſtoff durch ganz verſchiedene Sinne wahrgenommen: durch das Gefühl und das Geſicht; überdem hätten wir mehrere Beyſpiele hievon in der Natur; ſo werde z. B. der Schall, und die Erſchütterung, wodurch er hervorgebracht werde, von dem Gehör, dem Geſicht oder dem Gefühl empfunden, u. d. gl.

Herr Prof. Hagen n) hat dieſelbe Meynung: "wenn man gleich, ſagt er, die materielle Beſchaffenheit des Lichts von jeher beynahe weniger als die der Wärme bezweifelt hat, und man in neuern Zeiten das Licht unter dem Nahmen des Brennſtoffs in den ſogenannten brennbaren Körpern als gebunden annimmt, ſo ſcheint doch die Exiſtenz deſſelben als eines eigenen Stoffes bloß hypothetiſch angenommen zu werden. Obgleich ſeine Wirkung von der Wärme verſchieden iſt; ob es gleich durch ein anderes Sinnesorgan vernommen wird, nur bloß durchſichtige Körper durchdringt, ſich ſchneller bewegt, und bisweilen ohne Wärme, ſo wie dieſe ohne Licht, wahrgenommen wird, ſo könnte es demungeachtet wohl für eine Modifikation der Wärmematerie angenommen werden, indem man gewöhnlich Wärme und Licht in Verbindung antrifft, und Körper von ſtarkem auffallenden Lichte erhitzt erſcheinen. Das Licht äußert zwar auf

mans

n) Grundſätze der Chemie durch Verſuche erläutert. Königsb. 1796. S. 22 f.

manche Körper, z. B. auf Farben, die es ändert, auf Pflanzen, einen besondern Einfluß; aber wie es in diesen Fällen wirkt, das ist unbekannt."

Herr Hofr. Voigt o) in Jena sucht noch mit Eulern das Licht durch eine bloße Erschütterung eines sonst in Ruhe befindlichen Stoffs zu erklären, und läßt diese Erschütterung durch das Gegeneinanderwirken seiner beyden Brennstoffe entstehen. Der Stoff des Lichts hat nach seiner Vorstellung eine geringe Dichtigkeit, und besteht aus einer Menge äußerst feiner Kügelchen, welche allenthalben in der Natur gleichförmig verbreitet sind.

Herr de la Metherie p) bemerkt, man möge sich einen Begriff von der Lichtmaterie machen, welchen man wolle, so müsse man doch eingestehen, daß sie im ganzen Weltraume ausgebreitet sey, und daß sie alle Körper umhelle, und in dieselben eindringe. Die Lichtmaterie sey, wie die elektrische und magnetische Flüssigkeit und die Luft, eine wirkliche im Raume verbreitete Flüssigkeit, welche, durch die leuchtenden Körper bewegt, die Farben hervorbringe, eben so wie die Luft, durch die tönenden Körper bewegt, den Schall bewirke. Die Flüssigkeit des Lichts müsse auf die Krystallisation des Erdkörpers und der mineralischen Substanzen Einfluß gehabt haben. Es gebe einige Erfahrungen, welche beweisen, daß das Licht bey der Krystallisation der Salze eine Rolle spiele, indessen seyen die Versuche nicht mit dem gehörigen Eifer fortgesetzt worden. Diese Flüssigkeit vereinige sich mit den Körpern, und es scheine hinlänglich erwiesen zu seyn,

o) Versuch einer neuen Theorie des Feuers. Jena 1794. 8.
p) Theorie der Erde; aus dem Franz. Th. I. S. 97 f.

seyn, daß sie als Bestandtheil in die Pflanzen u
Thiere eingehe; denn diese sowohl als jene befänd
sich im Schatten nicht so gut, wie am Tageslich
Man dürfe auch schlechterdings nicht daran zweife
daß diese Materie unter die Bestandtheile vieler, v
leicht aller Mineralien gehöre. Die Eigenschaft,
Dunkeln zu leuchten, welche viele Mineralien be
ßen, scheine von dem sich losreißenden Lichte her
kommen, man möge nun die Absonderung des Lic
erklären, wie man wolle. Nun leuchteten aber
meisten Fossilien im Dunkeln; denn die Kalkstei
Flußspathe, die Schwerspathe, unter welche auch
Bologneser Stein gehöre, gäben unter gewissen U
ständen ein sehr lebhaftes Licht von sich. Auch m
rere metallische Erze, z. B. die Blenden, leuchte
im Dunkeln. Es gebe sogar einige Salze, die n
stärker phosphorescirten, und von dieser Art sey,
Herr Giobert beobachtet habe, der vitriolis
Weinstein. Wir müßten deshalb folgern, daß
Licht als Bestandtheil in die salzigen, steinigen
metallischen Substanzen und in die organisirten
sen eingehe.

So auffallend auch alle bisherige Erscheinun
zu beweisen schienen, daß das Licht ein wirklich
terieller Stoff sey, so hat man doch in den n
sten Zeiten angefangen, seine Materialität zu
zweifeln, und es als einen bloßen Zustand der Kör
als eine Kraft, als ein Produkt unserer Vorstellun
zu betrachten. Herr Scherer[q]) (jetzt Hofrath
der Universität zu Dorpat) behauptete zuerst, daß
Licht nicht in der Reihe der wirklichen Materien
st

q) Nachträge zu den Grundzügen der neuern chemi
Theorie. Jena 1796. 8. S. 18 ff.

stiren könne, es sey bloß ein Produkt unserer Ideen. Die Gründe seiner Meynung holt er aus der Erfahrung her. Es sey bekannt, daß es Menschen gegeben habe, welche beym Mondenlichte die Gegenstände weit besser hätten sehen können, als beym Sonnenlichte; und daß Menschen nach langer Zeit, die sie im Dunkeln zugebracht hätten, alle Objekte so sichtbar geworden wären, als sie ihnen nur beym hellen Tageslichte hätten werden können. Eben so merkwürdig schien ihm die Erfahrung des Herrn Legations-Raths Lichtenberg, welcher von sich selbst bezeugt, daß er bey einem heftigen Schrecken des Nachts einige Sekunden lang alles deutlich erkennen konnte. Diese Erscheinung habe viel ähnliches mit dem Leuchten des Blitzes gehabt. Auch habe er oft bey starken hypochondrischen Schwindeln sein ganzes Zimmer Minutenlang völlig erleuchtet gefunden, so daß er die Gegenstände deutlich bemerken konnte. Ueberdieß sey es bekannt genug, daß viele Thiere des Nachts sehen könnten. Unter gewissen Umständen werde also unser Gesichtsorgan so afficirt, daß wir sagten, wir empfänden Licht. Woher rühre aber diese Empfindung? Setze sie nicht wie jede Wirkung eine Ursache voraus? Sey es nicht für den Sprachgebrauch bequemer, die Empfindung von der wahrscheinlichen Ursache zu unterscheiden? — So sey das Wort Lichtstoff entstanden, um damit die Ursache zu bezeichnen, durch welche uns die Gegenstände sichtbar werden.

Allein was versteht Herr Scherer unter einem Produkte unserer Ideen? Vorstellungen und Empfindungen setzen äußere Gegenstände, die materielle Welt voraus, und wir würden selbst von unserm Ich gar keine Vorstellung haben können, wenn uns nicht der

Ein-

Einfluß äußerer Dinge davon überzeugte. Prodi der Ideen ohne äußere wirkende Urſache würde e Unding ſeyn. Durchs Geſicht erhalten wir Empfi dungen, welche in uns die Vorſtellung vom Seh hervorbringen. Dieſe Vorſtellung ſetzt demnach not wendig einen materiellen Stoff voraus, dieſer m nun von einer Beſchaffenheit ſeyn, von welcher will, und er mag entweder von dem Objekte ſelb das wir ſehen, ausgehen, oder unter gewiſſen Ui ſtänden aus uns ſich ſelbſt entwickeln, oder er mag e ätheriſches Mittel ſeyn. Hiemit und ſelbſt noch n andern Urſachen läßt ſich die Erfahrung, daß Menſchen im Dunkeln ſehr gut ſehen können, ver nigen, ohne dem Lichte die Materialität abzuſprech Ja die unläugbare Thatſache, daß Licht zur Fo pflanzung Zeit verlangt, ſetzt einen materiellen St voraus.

Indeſſen hat Herr Scherer die bereits anf führten Erſcheinungen, aus welchen man auf die E ſtenz des materiellen Lichtſtoffes geſchloſſen hat, ein nähern Prüfung unterworfen, und zu finden geglaubt daß ſie alle bey weitem nicht hinreichen, dadurch d Materialität des Lichts zu behaupten. Dem Phy ker und ſelbſt dem Chemiker muß es allerdings äußer wichtig ſeyn, überwiegende Gründe für oder wider d Materialität des Lichts aufzufinden. Es iſt daher n thig, Scherer's Gründe hiſtoriſch anzuführen. S unterſucht folgende Fälle:

I. In wie fern hat das Licht Einfluß auf d Wachsthum der Pflanzen? Hat es wohl Grund, d die grüne Farbe der Pflanzen durch Verbindung d Lichts mit denſelben hervorgebracht werde? Herr Sch

rer glaubt diese Frage verneinen zu müssen, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Alle bisher angestellte Beobachtungen über das Wachsen der Pflanzen seyen bis jetzt noch zu oberflächlich angestellt —; man habe über die Betrachtung des Mittels, wodurch die Erscheinung der grünen Farbe hervorgebracht werde, die Untersuchung des Stoffes, von dessen Gegenwart oder Abwesenheit die Hervorbringung oder Veränderung der Farben zunächst abhange, vernachlässigt. Es sey bey der Untersuchung der Naturerscheinungen nicht hinreichend, bloß auf Eine (oft scheinbare) Ursache Rücksicht zu nehmen, man müsse sie alle verfolgen. Wie sorgfältig habe man sich aber nicht beym Raisonnement gegen die Verwechselung des Mittels mit der wirkenden Ursache vorzusehen? —

Alle Beobachtungen seyen aber ganz ohne alle Rücksicht auf das die Pflanzen umgebende Medium, das doch unläugbar die wirksamsten Stoffe enthalte, unternommen. Man habe dabey bloß auf das Licht gesehen, in der Meynung, nur dieses könne hier wirken, weil bey Abwesenheit desselben entgegengesetzte Erscheinungen hervorgebracht werden sollten — man habe aber das Fluidum übersehen, von welchem die Pflanzen eingeschlossen würden, ohne durch irgend etwas dargethan zu haben, daß es durchaus unwirksam sey. Wenn man die Pflanzen während dem Einflusse des Lichts beobachtet, habe man sie in freyer atmosphärischer Luft stehen lassen; prüfte man aber ihr Verhalten im Dunkeln, so habe man sie entweder in eine verdorbene Atmosphäre gestellt, oder wohl gar ganz eingeschlossen, so daß die während der fortgehenden Vegetation verdorbene Luft nicht mit einer reinen

nen vertauſcht werden konnte (z. B. man ſperrte unter Glascylinder, oder in gläſerne Röhren, u. ſ. n Vergleichende Verſuche müßten aber doch wohl, we ſie anders etwas entſcheiden ſollten, durchaus un gleichen Umſtänden angeſtellt werden? Dieß ſey al gar nicht, oder doch wenigſtens nicht mit der erfo derlichen Genauigkeit geſchehen. — Man hätte do ſchon auf den Einfluß der die Pflanzen umgebend Luft aufmerkſam werden ſollen, ſobald es bekannt g worden ſey, daß Pflanzen die Luft ſo beträchtli umänderten; denn wäre das Licht der Sonne hier allei als Lichtſtoff wirkſam, warum hätten denn die Pflan zen nicht bereits in der Nacht angefangen, bleich z werden? Was aber das Neigen der Pflanzen gegen da Licht betreffe, was gleichſam eine beſondere Verwandt ſchaft der Pflanzen zum Lichtſtoffe anzunehmen begün ſtigen könnte, ſo ſey dieß wohl höchſt wahrſchein lich eine ganz unwillkührliche Bewegung, und ein in der zarten Beſchaffenheit der Fibern der Pflanzen gegründete Erſcheinung. Schon Herr von Humboldt bemerke, daß man dieſelbe fälſchlich: ſich nach dem Lichte ziehen, genannt habe; denn die vom Lichte entfernten Pflanzen neigten ſich aus keiner an dern Urſache, als weil die Fibern des Stengels, die durch die Sonnenſtrahlen (vermuthlich durch die Erwärmung derſelben) gereizt wurden, ſich zuſammenzögen und kürzer würden.

2. Es ſeyen außerdem Erſcheinungen vorhanden, aus denen man ganz ungezwungen zu ſchließen genöthigt werde, daß nicht bloß dem Lichte die Hervorbringung der grünen Farbe zuzuſchreiben ſey, ſondern daß hierbey die Wärme einen weſentlichen Antheil habe. Schon der Umſtand, daß man nie reines Licht,

d. h. ein solches, das frey von aller Wärmematerie gewesen sey, habe auf Pflanzen wirken lassen, mache den allein das Licht betreffenden Schluß verdächtig. Noch verdächtiger werde er aber durch den Umstand, daß das gewöhnliche Feuer eine den Sonnenstrahlen ähnliche Wirkung hervorbringe. Auch sey dieß nicht bloße Vermuthung, sondern werde selbst durch Erfahrungen, die nicht einmal in dieser Hinsicht angestellt seyen, bestätigt. Sennebier habe nämlich versucht, den besondern Einfluß zu prüfen, den die verschiedenen farbigen Lichtstrahlen auf die Vegetation der Pflanzen, die man darin erziehen möchte, haben könnten, und er habe eine große Verschiedenheit theils im Wachsthum der Pflanzen, theils in ihrer Farbe gefunden.

3. Die meisten Beobachtungen seyen nicht allein zu einer Zeit angestellt, wo man noch weniger richtige Begriffe vom Athmen der Pflanzen besitzen konnte, als jetzt, sondern auch ohne auf ähnliche Farbenveränderungen und Erscheinungen Rücksicht zu nehmen, die ganz ohne alles Sonnenlicht zu bemerken sind. Dahin gehörten die merkwürdigen Erscheinungen, welche die Pflanzen unter dem Einflusse des kochsalzsauren Gas darbieten. Hier bemerke man ja denselben Uebergang der Farben der Pflanzen in einander, wie wir dieß in der Atmosphäre wahrnähmen; nur mit dem Unterschiede, daß die Farbenveränderungen in jener Gasart schneller, als in der letztern erfolgen. Alle Farben bleichen darin sämmtlich aus, die grüne verwandle sich erst in die gelbe, gehe dann in die rothe über, und werde endlich ganz weiß. — Sollte hier, fragt Scherer, kein Zusammenhang zwischen den scheinbar durchs Licht und den durch Einfluß dieser

ſer Gasarten bewirkten Farbenveränderungen ſtatt
den? — Sollte alſo die Urſache, die wir bey
letztern Erſcheinungen wirkſam finden, nicht auch
jenen thätig ſeyn? — Wenn anders Analogien in
Naturkunde Werth haben, ſo werde man doch e
ſo frappante nicht umſtoßen wollen, oder man mü
ſonſt nie Analogien auch nur das geringſte Vertra
ſchenken. Was wäre aber dann unſere geſammte N
turkunde? So unbezweifelbar es alſo ſey, daß
weiße Farbe der Pflanzen in dem kochſalzſauren G
durch die Anhäufung des Sauerſtoffs in demſel
hervorgebracht werde, ſo ſicher würden wir auch
haupten dürfen, daß dieſe Farbe der in den Kno
enthaltenen Blätter denſelben Grund habe. Da
ſelben aber dieſe Farben nur verlieren, indem das G
nenlicht, oder eigentlicher das Sonnenfeuer, aus il
Sauerſtoffgas entbinde, und nun erſt, nach dem
littenen Verluſt des Sauerſtoffs, die grüne Farbe
nehmen, was ſey wohl natürlicher, als daß das
hiebey nur Mittel geweſen ſey, hingegen die Urſ
in der Entbindung des Sauerſtoffs müſſe gelegen
ben? Wenn alſo im Finſtern die hiezu erforder
Temperatur fehle, oder kein Stoff vorhanden
der eben dieſe Trennung bewirken könne, was ſey n
natürlicher, als daß dann die Pflanzen an der Bl
ſucht erkrankten? Dieß habe ſchon Sennebier
richtig gefühlt, wenn er die ſich ſelbſt aufgewo
Frage: "warum die im Finſtern in eingeſchloſſ
Luft geſtellte Pflanzen die Luft nicht afficiren?"
beantwortet: "Weil die Pflanzen darin nicht vegeti
und weil das Licht zur Entwickelung der dephlo
ſirten Luft unumgänglich nothwendig iſt."

Es könne daher wohl als Thatſache aufge
werden: die Farben der Vegetabilien ſtehen im

nauesten Zusammenhange mit der Gegenwart und Abwesenheit des Sauerstoffs, ja sogar mit der größern oder geringern Menge desselben.

4. Die wichtigste Erfahrung endlich, welche uns geradezu nöthige, an eine statt findende Verbindung des Lichts mit den Vegetabilien zu zweifeln, um die Farben der Vegetabilien hervorzubringen, seyen die wichtigen Erfahrungen eines von Humboldt. Er fand nämlich, daß die Rasenstücke, welche in den Gruben bey gewissen Vorrichtungen in der Wasserseige gebraucht werden, wenn sie auch mehrere Monate lang dem wohlthätigen Sonnenlichte entzogen waren, grün blieben; er sah in einer Tiefe von 2 bis 300 Ellen mehrere Pflanzen keimen, neue Blätter treiben, die alten nicht abwerfen, mit Rispen blühen — alles wie auf der von der Sonne beschienenen Oberfläche der Erde. Die Farbe dieser Pflanzen war grün. Ueberdem fand er, daß sie zugleich Tag und Nacht Sauerstoffgas aushauchten.

Hieraus ergebe sich nun sehr ungezwungen, daß da

1. die meisten Pflanzen Sauerstoffgas aushauchen, während sie eine grüne Farbe annehmen — hingegen verbleichende und blaßgrüne Vegetabilien, weiße Keime und Schößlinge kein Sauerstoffgas entbinden; und da ferner

2. die Färbung begünstigt wird bey einer hohen Temperatur, bey welcher der Stickstoff oder der Wasserstoff den Sauerstoff aufnehmen; so sey

3. der Mangel der Bleichsucht bloß in der Entfernung des in den Pflanzen angehäuften Sauerstoffs — die verschiedene Färbung hingegen von dem mannichfaltig abgeänderten Verhältnisse zwischen dem Sauer-

ſtoffe und den übrigen Beſtandtheilen der Pflanzen zuleiten.

Wenn wir überhaupt aus den über das Wa thum der Pflanzen bereits bekannt gewordenen fahrungen ſchließen dürften, daß die Ausſcheidung in ihnen angehäuften Sauerſtoffs die vorzüglichſte kingung zu ihrem Fortkommen ſey, ſo würden auch wohl bald einſehen, in wie fern das Gedei derſelben von dem Einfluſſe des Sonnenlichts Sonnenfeuers abhängig ſey. Der Sauerſtoff be eine ſehr große Neigung ſich zu expandiren, daher die Erhöhung der Temperatur derjenigen Subſtan die ihn enthielten, hinlänglich, ihn abzuſcheil Es komme alſo hiebey auf die hohe Temperatur nicht auf bloßes Licht an, um dieſe Ausſcheid des Sauerſtoffs aus den Pflanzen zu begünſti womit das Leben und Gedeihen derſelben im gen ſten Zuſammenhange ſteht.

Gren behauptete aber gegen die von Humboldt gemachten Erfahrungen, daß dieſe weit allgemeinern Thatſachen vom Einfluſſe des Li auf das Wachsthum der Pflanzen keinesweges ſtoßen und entkräften, und ſich ſonſt auch aus ani Umſtänden erklären ließen; ſie bewieſen bloß, daß Pflanzen auch anderswoher ihr zum Wachsthum thiges Licht erhalten könnten.

Herr Scherer erwiedert aber, zu geſchwei daß Grens Sätze zu ſehr allgemein ausgedri wenigſtens ohne Rückweiſung auf die Erfahrur hingeſtellt ſeyen, die keine andere, als gerade die gebene Deutung verſtatteten, was doch wohl bei ner ſo wichtigen Unterſuchung ſehr zu wünſchen g ſen wäre, ſo getraut er ſich dennoch, ſo weit ihm

hierüber gemachten Beobachtungen bekannt seyen, das Licht nicht als Agens, sondern die darin enthaltene Wärme von größerer Intensität, bloß als Mittel anzusehen. Uebrigens wolle er es dahin gestellt seyn lassen, in wie fern die Erfahrungen des Herrn von Humboldt entscheiden oder nicht, da Gren die Beweiskraft derselben dadurch nicht geschwächt habe, daß er ausführlicher gezeigt hätte, warum sie den Schluß aus jenen allgemeinern Thatsachen nicht umstoßen, und wie sie sonst aus andern Umständen erklärbar wären. Gesetzt auch, sie hätten nicht Allgemeinheit genug, um jenen Schluß zu entkräften, liege dieß etwa in der Sache selbst, oder nicht vielmehr in der vernachlässigten sorgfältigern Beobachtung derselben? Auf alle Fälle blieben dennoch die Erfahrungen Humboldt's eine wichtige und nicht zu übersehende Ausnahme, welche nach den bisherigen Theorien nicht befriedigend erklärt sey. Außerdem habe Gren nicht gezeigt, daß die bemerkte Analogie zwischen den Farbenerscheinungen in der Atmosphäre und dem kochsalzsauren Gas unstatthaft sey. So lange dieß nicht dargethan werde, so lange werde es also wohl erlaubt seyn, seine Erklärungsart für die einfachste und befriedigendste zu halten, nach welcher das Sonnenlicht, wie die erhöhete Temperatur, die Ausscheidung des in Körpern angehäuft vorhandenen Sauerstoffs begünstige; also nicht als Lichtstoff, sondern nur als Wärme wirke.

So sehr sich auch Herr Scherer bemüht hat, Gründe aufzubringen, welche beweisen sollen, daß eigentlich das Licht nicht als Licht, sondern vielmehr als Wärme auf die Pflanzen wirke, so scheinen sie mir doch nicht hinreichend zu seyn, daraus die Im-

materialität des Lichts zu folgern. Es iſt dem
wöhnlichen Gange der Natur viel gemäßer, ſelte
Fälle als Ausnahmen von den gewöhnlicheren zu
trachten. Des Herrn von Humboldt's Erfahru
gen können alſo den durch die Erfahrung allgem
anerkannten Satz, daß die Pflanzen zu ihrem Wac
thum und Gedeihen Licht erfordern, nicht umſtoß
Und folgende Erklärung über den Einfluß des Lic
auf die Pflanzen iſt durch Herrn Scherer's Gr
de bey weitem nicht widerlegt, ſondern ſtimmt v
mehr mit den meiſten Erfahrungen und mit dem
trüglichen Gange der Natur überein. Die ausdi
ſtende Materie der Pflanzen iſt nämlich nach Prie
ley's Beobachtungen mit Sauerſtoff überladen, u
es wird ohne Zweifel durch den Einfluß des Sonn
lichts weit mehr Lebensluft entbunden, als die Bl
ter durch ihre einſaugenden Luftgefäße aus der
moſphäre in ſich nehmen. Bey der Entbindu
der Lebensluft wird wahrſcheinlich der Waſſerſto
der mit dem Sauerſtoffe die ausdunſtende Materie l
det, von den Pflanzen wieder eingeſogen. Die g
ne Farbe der Pflanzen ſcheint von dem zurückgeb
benen Waſſerſtoffe aus dem durch das Sonnenli
zerſetzten Waſſer der Ausdünſtung herzurühren, u
daher wirkt das Licht nicht als bloßes Reizmit
(als Wärme), ſondern es verbindet ſich vielmehr ſ
wahrſcheinlich zum Theil mit den Pflanzentheilen ſelb
zum Theil tritt es mit dem Sauerſtoffe und Wär
ſtoffe zur Lebensluft zuſammen, welche eben im S
nenlichte austritt.

II. Iſt das Licht zur Bildung der Luftarten no
wendig?

Herr Scherer behauptet, daß dieſe Frage
radezu zu verneinen ſey, wenn man das Licht als e

ma

materielle Substanz annehmen wolle; denn es entstehe alsdann wiederum die Frage, wie man sich von der Wirkung eines eigenen Lichtstoffs habe überzeugen können? indem die ihm gewöhnlich beygelegten Attribute schon vermuthen ließen, daß er nie im ungebundenen Zustande angetroffen werden könne, oder wir müßten uns mit demselben ein ähnliches willkührliches Spiel, wie ehemahls mit dem Phlogiston, erlauben. Es sey wahr, daß man aus Metallkalken, Säuren und Salzen, so wie aus andern Substanzen, nur während des Glühens Luftarten erhalte, was habe aber während diesem Glühen die Entbindung eigentlich bewirkt? Die Wärmematerie oder die Lichtmaterie? wenn sie beyde in diesem Falle gemeinschaftlich entwickelt werden sollten. Giengen etwa beyde in die Mischung der Gasarten ein? Wer vermöge es aber, diese Fragen entscheidend und befriedigend zu beantworten?

Ganz verneinend müsse hingegen die Beantwortung derselben ausfallen, wenn wir der Umstände gedächten, welche zu einer bejahenden erfordert würden. Wenn man auch einstweilen zugeben wollte, das Licht gehe wirklich mit der Wärme während des Glühens auch in die Verbindung der Gasarten; so müßte denn doch auch hieraus nothwendig folgen, daß jede Zersetzung solcher Gasarten nicht allein mit der Ausscheidung der Wärme, sondern auch mit der Entwickelung des Lichts vergesellschaftet seyn müßte. Hiergegen spreche aber alle Erfahrung. Eine Umänderung der Gasarten durch bloßen Einfluß des Lichts sey bis jetzt eben so wenig durch unbezweifelte Versuche dargethan worden.

Reicher an Folgen möchten aber diejenigen Versuche seyn, welche die Umwandlung der Säu-

ren in Gasarten, und die Bildung des Sauerstoffgas in dem Pflanzenreiche durch Einwirkung des Sonnenlichts, darzuthun scheinen. Es sey bekannt, daß die Stickstoffsäure und die Kochsalzsäure unter Einwirkung des Sonnenlichts in Sauerstoffgas übergehen, daß dieses Gas erhalten werde, wenn Blätter unter Wasser von den Sonnenstrahlen einige Zeit beschienen werden; ja Bertholet sage sogar: das Licht zerlege das Wasser in Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, und diese Zersetzung werde desto stärker, je reiner das Wasser sey. — Indessen könnten diese Erfahrungen eben so wenig, wie die ersten, beweisen, daß hier das Licht allein wirksam sey; denn

1. werden dieselben Folgen während dem bloßen Glühen auch bemerkt; wir könnten aber dasselbe für nichts, als für die beträchtlichste Temperaturerhöhung halten, da es doch durch anhaltendt Hitze hervorgebracht werde. Es sey außerdem gar nicht unwahrscheinlich, daß das Sonnenlicht bloß Feuer oder angehäufte Wärme, oder Wärme von größerer Intensität als das gewöhnliche Feuer sey.

2. Wenn sich das Sonnenlicht wirklich als Lichtstoff den ihm ausgesetzten Körpern beymischte, während ihre Natur durch seine Einwirkung beträchtlich abgeändert werde, so müsse die Aufhebung jeder solcher Verbindungen nothwendig mit der Entwickelung dieses Lichtstoffs begleitet seyn. In mehreren Fällen werde das Sauerstoffgas ohne Lichtentwickelung zersetzt. Wo bleibe denn nun der Lichtstoff? Wollte man annehmen, er werde vielleicht auch von demjenigen Körper, welcher die Zersetzung bewirkt, aufgenommen, so könne er darauf nichts weiter antworten, als daß ihm dieß nur eine leere, durch nichts erwie-

sene

sene Ausflucht — eine bloße Hülfsfiktion zu seyn scheine.

Hieraus ergebe sich, daß von dem alleinigen Einflusse des Lichts gar nicht die Bildung oder Natur der Gasarten abhängen, oder daß es wenigstens keinen wesentlichen Antheil daran haben könne; sondern daß vielleicht die erhöhete Temperatur, in der man ganz unstatthaft oft das reine Licht allein wirksam seyn lassen wolle, die Entstehung neuer Verbindungen begünstige, ohne gerade selbst (das Licht) in die Mischung derselben einzugehen.

III. Ist das Licht, welches beym Verbrennen der meisten Substanzen entsteht, schon als Bestandtheil in diesen vorhanden gewesen?

Herr Scherer bemerkt, daß die Beantwortung dieser Frage eben so schwierig sey, als die decisive Aufstellung des darin enthaltenen Satzes auf die unsichersten und unhaltbarsten Gründe gestützt sey.

Das Faktum sey ausgemacht, daß während dem Verbrennen der verbrennlichen Körper aus der atmosphärischen Luft etwas absorbirt werde, wenn gleich die Natur dieses Etwas noch nicht genau genug bestimmt werden könne. Die während der Absorbtion dieses Stoffes bemerkbare Hitze bestätige das Freywerden der Wärmematerie; — aber hiebey bleibe nun das Leuchten unerklärt. Man glaube also, daß dieses Licht aus den verbrennlichen Körpern selbst seinen Ursprung nehme; sie müßten daher auch die Ursache des Lichts, den Lichtstoff, enthalten.

Herr Scherer behauptet dagegen, daß dieses nur bloß Hypothese seyn könne. Denn was in einem Falle gelte, müsse in allen ähnlichen gelten. Wenn

das Leuchten der Körper während dem Verbrennen Reſultat der Zuſammenwirkung des Wärme- und Lichtſtoffes ſey, ſo müßte eine jede Zerſetzung des Sauerſtoffgas vermittelſt eines verbrennlichen Körpers mit der Erſcheinung des Feuers begleitet ſeyn. Allein die Erfahrung ſpreche dagegen. Wie oft werde nicht das Sauerſtoffgas ohne alle Feuerentwickelung zerſetzt, wie z. B. durch Schweſelalkali, Salpetergas u. d. gl. So viele Erklärungen man auch von dieſen Erſcheinungen zu geben verſucht habe, ſo ſey doch die Entſcheidung darüber unmöglich, woher das Licht beym Verbrennen ſeinen Urſprung nehme, ob aus den verbrennlichen Körpern, oder aus dem ſie umgebenden Medio, der atmoſphäriſchen Luft.

IV. Ueber die durch bloßes Licht, nicht aber durch dunkele Wärme, bewirkbaren Veränderungen der Eigenſchaften und Verhältniſſe mehrerer Körper.

1. Zeige das Sonnenlicht einen beſondern Einfluß auf das ſalzigſaure Silber, welche Erſcheinung Scheele zuerſt mit vieler Sorgfalt unterſucht hat. Herr Scherer glaubt aber, daß der Grund der Farbenänderung dieſes Hornſilbers im Sonnenlichte in der Reduction des mit der kochſalzigen Säure verbundenen Silberkalks liege; denn dieſe Erſcheinung ſey mit einer Gewichtsverminderung dieſes Körpers (nach Baſalli's Erfahrungen) verbunden. Eben dieſe Reduktion erfolge aber auch durch die Hitze. Man habe alſo mit Unrecht die Umänderung der Farbe des Hornſilbers von der Verbindung des Lichts mit demſelben abgeleitet.

2. Werde überhaupt dem Sonnenlichte ein beträchtlicher Einfluß auf Farben beygemeſſen. Gewöhnlich pflege man anzuführen, daß faſt alle gefärbte Sub-

Substanzen ihre Farbe am Sonnenlichte verlieren, im Schatten hingegen dieselbe beybehalten. Herr Scherer behauptet, daß es hiermit eine ähnliche Bewandtniß habe, wie mit der Farbenveränderung der Pflanzen im Sonnenlichte.

Ueberdieß untersucht Herr Scherer noch die Gründe derjenigen, welche aus den leuchtenden Körpern zu erweisen suchen, daß das Licht ein materieller Stoff sey, wovon am gehörigen Orte noch etwas beygebracht werden soll, und zieht endlich aus allen seinen Untersuchungen die Folge, daß das Licht etwas immaterielles sey. Er sagt nämlich, der Lichtstoff bestätigt seine Existenz weder durch Wägbarkeit, noch durch chemische Verbindungen. In Hinsicht des erstern herrsche gar kein Zweifel; das letztere erhelle daraus, weil man einen mit bloßem Lichtstoffe verbundenen Körper sich nicht in seine Natur, die er vor dieser Verbindung besessen, verändern sehe. Er lasse sich nie abgesondert darstellen; wir hätten also von seiner eigenthümlichen Natur gar keine Vorstellung, wir könnten also gar nicht angeben, welche Veränderungen er durch Verbindung mit andern Körpern hervorbringe, sondern wir müßten uns in dieser Hinsicht bloß mit Hypothesen begnügen. Warum sollte also das Licht bloß sein Daseyn der Entwickelung einer eigenen materiellen Ursache, dem Lichtstoffe, zu verdanken haben — warum sollte das Licht nicht eben so, wie alle übrige sinnlichen Eindrücke, seinen Grund in den Verbindungen der ponderablen Stoffe haben — als coexistente Erscheinungen derselben zu betrachten seyn? Es sey hinreichend, die Erscheinung des Lichts als Erfolg der in Activität befindlichen ponderablen Stoffe zu betrachten. Nun dürfe man

aber

aber ja nicht weiter fragen, wie diese Erscheinung durch eine solche Activität hervorgebracht werde? denn diese Frage sey schlechterdings eben so unbeantwortbar, als jene, wie die Farbe und der Geruch in den flüchtigen Oelen durch die Verbindung des Kohlen- und Wasserstoffs erzeugt werde. Uebrigens könne uns dieß auch gar nicht zur Last gelegt werden; da dieser Mangel nicht in einer fehlerhaften oder mangelhaften Beobachtung, sondern durchaus nur in unserer Natur, in der Beschaffenheit unserer Organisation befindlich sey.

Durch Herrn Scherer's Untersuchungen wurden Mehrere veranlaßt, besonders da man seit 1796 anfieng, das von Kant aufgestellte dynamische System zur Erklärung der Naturerscheinungen zu gebrauchen, dem Lichte die Immaterialität gänzlich abzusprechen, und es bloß als Eigenschaft der Körper, als zurückstoßende Kraft zu betrachten r).

Allein zurückstoßende Kraft ist bloß Flächenkraft, nicht durchdringend und durch den leeren Raum wirkend, und Kraft in der Körperwelt ohne Materie anzunehmen, ist ein leerer Ausdruck. Ueberhaupt ist das Licht noch bis jetzt ein Gegenstand in der Natur, über dessen Wesen wir gar nichts Bestimmtes sagen können. Zu läugnen ist es aber keinesweges, daß der Einfluß des Lichts auf viele Erscheinungen in der Natur gar nicht zu bezweifelu ist. Daher auch beständig noch mehrere Physiker das Licht als einen materiellen Stoff betrachten.

Herr Dizé s) sucht es aus chemischen Gründen zu beweisen, daß das Licht eine bloße Modifi-

r) Man s. Theorie der Wärme und des Lichts von Joh. Gottl. Wagner. Leipz. 1802. 8.
s) Journ. de phys. T. VI. p. 177 sqq.

diſtation der Wärmematerie ſey. Er goß auf gebrannten Kalk, welcher vor dem Verſuche noch eine Viertelſtunde lang im Feuer erhalten war, ſo daß er roth ſchien, Waſſer, Schwefelſäure, Salpeterſäure und concentrirte Eſſigſäure, und nahm hiebey ein ſehr lebhaftes Licht wahr. Die Säuren wurden dabey gar nicht verändert, erhielten weder Sauerſtoff, noch wurde er ihnen geraubt. Hieraus ſchließt Dizé, daß das Licht, welches man ſah, keine andere Urſache haben könne, als das Freywerden des Wärmeſtoffs.

Auch kauſtiſches Kali, zerſtoßen und in ein Glas geſchüttet, entwickelte, als Waſſer darauf gegoſſen wurde, ſo viel Wärme, daß ein Thermometer von 0 bis 85 Grad ſtieg, wobey ſich ein lebhafter Kalkgeruch verbreitete; mit Schwefelſäure übergoſſen zeigte es eine weit lebhaftere Hitze und ein ſehr lebhaftes Licht, die Wärme betrug in einigen Verſuchen 300° Reaum.

Dizé zog hieraus folgende Schlüſſe: a. es war hier Wärmeſtoff mit den Körpern verbunden; als er frey wurde, erzeugte ſich Wärme und Licht. b. Dem Lichte gieng Wärme vorher, es zeigte ſich erſt bey 300° Reaum. und wuchs im Verhältniſſe der Wärme; c. der verbundene Wärmeſtoff ſchien mit der freyen Wärme einerley zu ſeyn. Hieraus könne man alſo ſchließen, daß das Licht eine Eigenſchaft der bis 300° Reaum. angehäuften Wärme ſey.

Auch bey ſolchen Lichtentwickelungen, wo man eine geraume Zeit ſeine Wärme bemerkte, fand Dizé, daß allemal der Entſtehung des Lichts Wärme vorangehe, wie z. B. beym Leuchten des Phosphors und bey den elektriſchen Funken.

Aus

Aus allen ſeinen Verſuchen ſchließt nun Dize', daß Wärmeentwickelung allemal dem Lichte vorhergeht, daß daher das Licht keine eigenthümliche Materie, ſondern nur eine Eigenſchaft des Wärmeſtoffs ſey, die zwar jedem Molecül des freyen Wärmeſtoffs einzeln zukomme, ſich aber nur nach Anhäufung dieſer Molecülen bis auf einen beſtimmten Grad den Augen zeige.

Herr Brugnatelli t) unterſcheidet drey verſchiedene Zuſtände des Lichts: 1. chemiſch gebundenes Licht; 2. bloß angehäuftes und auf eine mechaniſche Art eingemiſchtes, doch unſichtbares Licht; 3. Licht, welches in den Körpern auf eine ſichtbare Art angehäuft iſt.

Das chemiſch gebundene Licht trennt ſich von den Körpern nur im Gefolge einer Wahlverwandtſchaft. Stickgas, Phosphor, Schwefel u. ſ. w. enthalten das Licht in dieſem Zuſtande. Aus mehreren Materien entbindet ſich das Licht, wenn man ſie bis auf einen gewiſſen Grad erhitzt. Streuet man etwas von ihnen in Geſtalt eines Pulvers auf eiſerne Platten, oder auf Sand und Thon, die bis zum Glühen erhitzt ſind: ſo erſcheint jedes einzelne Körnchen wie ein Feuerfunken. Brugnatelli hat ſich überzeugt, daß es nicht einmal immer der Annäherung eines glühenden Körpers bedarf, um das Licht ſolcher Materien, durch ihre Vereinigung mit dem Wärmeſtoffe, zu entbinden; ein Zeichen, wie er glaubt, daß es nicht die glühenden Platten ſind, welche in jenem Falle das Licht, das ſich zeigt, hergeben. Manche Materien, beſonders ſolche, welche ſich bey dieſem Grade von Hitze zerſetzen, glänzen nicht einmal, wenn man

t) Annali di chimica. T. XIII. N. 13. Pavia 1792.

man sie auf glühende Körper fallen läßt, wie z. B. schwefelsaures Kali. — Schwarzer Braunsteinkalk glänzt sehr lebhaft, wenn man ihn auf eine recht heiße, doch nicht glühende Eisenplatte wirft. Eben so salzsaures Queckſilber, alle kalkige Salze, Flußspath, Magnesia, schwefelsaures Ammoniak von seinem Krystallisationswasser befreyet, kohlensaures Kali u. s. w. Ferner Zucker und Milchzucker, die recht trocken und zerstoßen sind, glänzen selbst auf einem bloß erwärmten Eisen sehr lebhaft, indeß sie auf einem glühenden Eisen gar keinen Schein verbreiten. Federn, Baumwolle, Wolle leuchten, wenn man sie über ein heißes Eisen wegführt, und auch die Augen einer Spielkarte leuchten unter diesen Umständen matt. Kampher und Chokolade auf ein solches Eisen geworfen, bilden leuchtende Dämpfe. Sublimirter Zinkkalk, halb verglaßtes Bley, und salzsaures Ammoniak geben dagegen in diesem Falle nicht das mindeste Licht. Auch mehrere Flüssigkeiten auf heißes Eisen gegossen zeigen ähnliche Wirkungen. Terpentinöl leuchtet unter diesen Umständen merklich. Eben so die fetten Oele, Schweiß, Wachs u. d. gl. Weingeist, Aether und die Säuren hingegen geben nicht den mindesten Schein.

Die atmosphärische Luft hat auf diese Erscheinungen nicht den geringsten Einfluß, da sie auf dieselbe Art im luftleeren Raume, im Wasserstoffgas, im kohlensauren Gas u. s. f. erfolgen. Ja mehrere Materien entbinden sogar ihr Licht, wenn man sie in Schwefelsäure oder in siedendes Oel taucht. Bey demselben Wärmegrade entbinden aber verschiedene Materien in allen diesen Fällen eine sehr verschiedene Menge von Luft.

Bey

Bey Körpern, die Licht im zweyten Zuſtande, d. h. ein bloß gehäuftes und auf eine mechaniſche Art mit ihnen verbundenes, doch unſichtbares Licht enthalten, bedarf es bloß einer Annäherung ihrer Theile, um dieſes Licht frey zu machen. Auf dieſe Art wird das Licht gleichſam ausgepreßt aus dem leuchtenden Queckſilber im Barometer, aus dem ſchwefelſauren Kali und aus andern Salzen, die, im Augenblicke des Kryſtalliſirens geſchüttelt, leuchten; aus dem phosphoreſcirenden Meerwaſſer, aus dem ſtark und plötzlich gedruckten Auge, aus dem Zucker, den man zerſchlägt, reibt oder zerſtößt, und aus Cremor Tartari, Borax u. ſ. f. indem man ſie ſchlägt. Unter den Mineralien enthält beſonders der Quarz vieles Licht in dieſem Zuſtande. Das Leuchten einiger Pflanzen gehört, nach Brugnatelli's Meynung, auch zu dieſer Claſſe von Lichterſcheinungen.

Licht im dritten Zuſtande, d. h. auf eine ſichtbare Art angehäuft, findet ſich in den ſo genannten Lichtſaugern, welche die Eigenſchaft beſitzen, wenn ſie dem Lichte ausgeſetzt ſind, etwas davon zu verſchlukken. Die erſte Stelle unter dieſen Körpern verdient der Diamant, die Blenden und der Karfunkel. Der Laſurſtein entbindet, ungeachtet ſeiner Undurchſichtigkeit und ſeiner Härte, doch im Dunkeln eine große Menge von Licht, die er am hellen Tage eingeſogen hat. Der Bologneſer Phosphor, der nichts anders, als ſchwefelſaure Schwererde iſt, leuchtet nicht eher, als bis er einige Minuten in der Sonne geſtanden hat; eine Eigenſchaft, welche Baudouin auch an der ſalpeterſauren Kalkerde wahrgenommen hat. Dieſe und andere Stoffe leuchten im Dunkeln, indem das von ihnen verſchluckte Licht wieder ausſtrömt.

Brug-

Brugnatelli sahe einen Diamanten leuchten, der bloß dem Scheine einer Kerze war ausgesetzt worden.

Nicht bloß mineralische Stoffe, auch das Fleisch mancher Fische und anderer Thiere, faules Holz u. s. f. leuchten nach der Behauptung dieses Naturforschers, vermittelst des zuvor von ihnen eingesogenen Lichts. So auch einzelne Theile an verschiedenen lebenden Thieren, z. B. die Augen der Hyäne, der Katze u. s. f., die so stark leuchten, daß sie selbst umliegende Gegenstände erhellen. Endlich sollen, nach Brugnatelli's Behauptung, alle so genannte phosphorescirende Thiere bloß durch Licht, welches auf eine sichtbare Art in ihnen angehäuft ist, leuchten.

Hieraus erhellet, welche verschiedene Meynungen die Naturforscher und Chemiker von der Natur des Lichts gehabt haben und noch bis jetzt haben, und daß es bey weitem noch nicht entschieden ist, was eigentlich das Licht sey. Die Lichterscheinungen sind so verschieden, und oft so widersprechend, daß nichts Bestimmtes von dem Wesen des Lichts gesagt werden kann.

Brechung des Lichts.

Blair u) hatte durch Versuche Flüssigkeiten gefunden, welche durch ihre stärkere Farbenzerstreuung zur größern Vollkommenheit achromatischer Fernröhre dienlich schienen, indem er nämlich zwey biconvexe Linsen von Krownglas, an welchen der Halbmesser der einen Fläche noch einmal so groß war, als der Halbmesser der andern Fläche, in einen Glasring

u) *Nicholson's* journal of natural philosophy. Vol. I. p. 1.

ring ſo mit einander verband, daß die flachern Seiten einander zugewandt, und ein kleiner Zwiſchenraum gelaſſen ward, in welchen die Flüſſigkeiten gebracht wurden. Dieſe Methode benutzte Herr Fabroni x), um das Brechungsvermögen verſchiedener Flüſſigkeiten zu beſtimmen. Die beyden Converlinſen, zwiſchen welche die Flüſſigkeit gegoſſen wurde, hatten, ohne ſolche, eine Brennweite von 79 Linien. Dieſe verminderte ſich, als die Flüſſigkeit dazwiſchen gebracht wurde

bey Weinöl - - -	auf 58,67	Linien
Citronenäther - - -	59,5	—
Salpeteräther - - -	60	—
Salzigem Aether - - -	60	—
Goldauflöſung in Aether - -	60	—
Schwefeläther - - -	60	—
Eſſigäther - - - -	60	—
Campherauflöſung in Alkohol -	60	—
Salzäther - - - -	60,25	—
Alkohol mit Campher und Ammoniak	60,25	—
Alkohol mit Sandarak geſchwängert	60,25	—
Eſſig- und Benzoeäther - -	60,5	—
Goldauflöſung in Rosmarinöl -	60,5	—
Alkohol und Terpentin - -	61	—
Alkohol und Maſtix - -	61,5	—
Thieriſches Oel - - -	66,5	—
Naphtha - - - -	67	—
Naphtha und Phosphor - -	70,5	—
Rosmarinöl - - -	71,5	—
Oel aus ſüßen Mandeln - -	71,5	—
Leinöl - - - -	72	—
Terpentinſpiritus und Phosphor -	72	—

Spiköl

x) Journal de phyſ. par *de la Metherie.* T. V. p. 315.

Spiköl - - - -	72	Linien
Behonöl - - - -	72	—
Terpentinspiritus und Mastix - -	72,5	—

Strahlenbrechung durch die Atmosphäre und Blinkern der Fixsterne.

Tobias Mayer hatte für die mittlere Strahlenbrechung in der Atmosphäre eine Berichtigung ausgegeben, welche mit vielem Beyfall aufgenommen ward (Th. IV. S. 475.). Herr de Lüc y) bemerkt, daß die Mayersche Regel eine Berichtigung vorschreibe, welche sich zu der seinigen wie $\frac{1}{511}$ zu $\frac{1}{500}$ verhalte. Allein diese gemachte Vergleichung scheint nicht richtig zu seyn. Denn Mayer's Berichtigung beträgt für 1 Grad des de Lüc'schen Thermometers $\frac{1}{511}$ derjenigen Brechung, welche bey 10 Grad Wärme; de Lüc's hingegen $\frac{1}{500}$ derjenigen Höhe, welche bey $16\frac{3}{4}$ Grad Wärme statt hat. Es ist demnach die Einheit, auf welche sich die Brüche beziehen sollen, nicht eine und die nämliche, und es kann daher keine unmittelbare Vergleichung statt finden. Wenn man sie aber auf einerley Normaltemperatur reducirt, so würden sie sich vielmehr wie $\frac{1}{250}$ zu $\frac{1}{208\frac{1}{4}}$ oder wie $\frac{1}{511}$ zu $\frac{1}{484}$ verhalten, und ihre Abweichung von einander scheint weit größer zu seyn, als de Lüc meint. Indessen fügt de Lüc hinzu, Mayer habe sich vielleicht eines eigentlichen Reaum. Thermometers bedient, dessen Grade etwas kleiner, als die gewöhnlichen Grade der Theilung in 80, sind, und wenn dieß seine Richtigkeit habe, so stimme die Mays

y) Untersuchungen über die Atmosphäre. Th. II. S. 836.

Mayerſche Angabe mit der ſeinigen noch näher zuſammen. Dieſe Muthmaßung hat ſich auch einiger Maaßen beſtätigt. Lichtenberg [z]) führt an, Mayer's im Jahre 1755 verfertigtes Thermometer beſitze vom Froſtpunkte bis zum Siedpunkte nicht 80, ſondern $82\frac{1}{2}$ Grad. Dieſem zu Folge verhielt ſich alſo ein Mayerſcher Grad zu einem gewöhnlichen wie $82{,}5 : 80 = 33 : 32$, oder $\frac{33}{32}$ Mayerſche Grade machten 1 Grad nach der gewöhnlichen 80theiligen Theilung aus. Da nun Mayer die Berichtigung für einen ſeiner Grade $= \frac{1}{220}$ ſetzt, ſo würde dieß für einen gewöhnlichen Grad $\frac{33}{32 \cdot 220} = \frac{1}{213\frac{1}{3}}$ betragen. Alſo verhielten ſich Mayer's und de Lüc's Berichtigungen, wie $\frac{1}{213\frac{1}{3}}$ und $\frac{1}{208\frac{1}{4}}$ oder wie $\frac{1}{496}$ zu $\frac{1}{484}$.

Bey der Strahlenbrechung in der Atmoſphäre entſteht aber überhaupt die wichtige Frage, ob die Strahlenbrechung an verſchiedenen Orten der Erdfläche gleich oder ungleich ſey? Ueber dieſe Frage ſind die Naturforſcher beſtändig uneinig geweſen. Nach den ältern von de la Caille, de Maupertuis und Andern angeſtellten Beobachtungen hat man die Horizontalrefraktionen an verſchiedenen Orten unmerklich verſchieden gefunden. Allein in den neuern Zeiten hat beſonders Herr Hennert [a]) aus den von Piazzi [b]) zu Palermo gemachten Beobachtungen gefun-

2) *Tob. Mayeri* opera inedita, cura *Lichtenbergii*. Vol. I. p. 90.

a) Archiv der reinen und angewandten Mathematik durch Hindenburg. 6tes Heft 1797.

b) Della ſpecola aſtronomica &c.

funden, daß sich überhaupt keine überall brauchbare Regel zur Bestimmung der Strahlenbrechung angeben lasse, sondern daß die verschiedenen Luftstriche auch ein immer etwas verschiedenes Gesetz befolgen. Daher müsse ein jeder Astronom die Strahlenbrechung für seinen Ort besonders bestimmen. Auch findet Herr Hennert, daß die Strahlenbrechung in den verschiedenen Jahrszeiten verschieden, namentlich im Winter größer, als im Sommer sey. Daß dieß von der in den verschiedenen Jahrszeiten erfolgenden Dichtigkeit der Luftmasse herrühret, ist gar keinem Zweifel unterworfen. Dabey kann man vermöge des Strahlenbrechungsgesetzes annehmen, daß sich die astronomischen Refraktionen (als sehr kleine Winkel) wie die Dichtigkeit der Luft selbst verhalten. Da nun die Dichtigkeit der Luft vom Drucke, der Wärme, den Dünsten und andern Mischungen geändert wird, so müßte man eigentlich, um genaue Bestimmungen der Refraktion zu erhalten, alle diese Umstände in Betrachtung ziehen. Allein es hat seine Schwierigkeiten, die Wirkungen der Dünste und anderer Mischungen auf die Dichtigkeit der Luft mit einiger Zuverlässigkeit zu bestimmen; daher begnügt man sich, bloß auf Druck und Wärme Rücksicht zu nehmen.

Ueber das Blinkern der Fixsterne sind in diesem Zeitraume keine besondere Hypothesen aufgestellt worden. Die gewöhnliche Meynung ist diese, daß die Ursache dieser Erscheinung in der Beschaffenheit der Atmosphäre liege.

Farbenzerstreuung.

Unerachtet sich die größten Mathematiker damit beschäftigt hatten, ein beständiges Verhältniß der Brechung in einer brechenden Materie mit der Far-

benzerſtreuung aufzufinden, ſo lehrte doch die Erfahrung, daß dieß unmöglich ſey, und daß überhaupt durch keine Rechnung die Farbenzerſtreuung in einer Materie gefunden werden könne. Es giebt daher kein anderes Mittel, als ſie unmittelbar durch Verſuche zu erforſchen. Wie bekannt, hatte beſonders der ältere Dollond dieſe wichtige Entdeckung zur Verbeſſerung der Fernröhre angewandt, aus welchen die achromatiſchen Fernröhre entſtanden. Herr D. Blair c) bemerkt, daß man gleich anfänglich durch die Erfindung dieſer Fernröhre die Hoffnung gehabt habe, dioptriſche Teleſkope zu erhalten, welche an Oeffnung und Vergrößerung alle übrige übertreffen würden. Allein von allen bisher verfertigten achromatiſchen Objektivgläſern habe keines eine ſolche Oeffnung erhalten können, als die einfachen Objektivgläſer von Huygen's, Campani u. a., oder als die Spiegelteleſkope. Dieß ſchrieben die Künſtler der Unvollkommenheit des Glaſes zu. D. Blair kam daher auf den Gedanken, ob es nicht möglich ſey, ſtatt einer der Linſen eine Flüſſigkeit in das zuſammengeſetzte Objektiv zu bringen, und ſtellte eine Reihe Verſuche an, um eine Flüſſigkeit zu finden, welche die dazu erforderlichen Eigenſchaften beſäße. Damit er nun die mittlere Brechbarkeit und Farbenzerſtreuung verſchiedener Flüſſigkeiten beſtimmen könne, bediente er ſich eines doppelten Apparats: eines prismatiſchen zu vorläufigen gröbern Beſtimmungen, um dadurch die Flüſſigkeiten, die vielleicht von praktiſchem Gebrauche in der Optik ſeyn möchten, aufzufinden; und eines mit Glaslinſen, durch deren Vergrößerung die Wirkung dieſer Flüſ-

c) Tranſact. of the Roy. ſociet. of Edinb. Vol. II. und *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Vol. I. p. 1.

Flüssigkeiten sicherer wurde und sich genauer bestimmen ließ.

Der prismatische Apparat bestand aus einem dreyseitigen, gleichwinkeligen Prisma von Messing, auf dessen eben geschliffenen Seiten Glasplatten, die gleichfalls völlig eben, und deren beyde Flächen völlig parallel waren, paßten. Durch dieses Prisma waren dicht neben einander, parallel mit der einen Seitenfläche desselben, zwey schmale cylindrische Löcher gebohrt, ungefähr von der Weite der Pupille. Eine dieser Oeffnungen füllte Blair mit wenigen Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit, und band die Glasplatte über die Seiten, an welchen das Loch sich öfnete, mit Packgarn fest. Nun hatte er völlig ähnliche Prismen von verschiedenen Glasarten (überdieß noch andere von Krownglas mit kleinern brechenden Winkeln); eins von diesen legte er so auf das messingene, daß beyder Prismen brechende Winkel entgegengesetzt gerichtet waren, und daß beyde mit einander ein Parallelepipedum bildeten. Betrachtete er dann durch die Flüssigkeit und das davor liegende Glasprisma einen lichten scharf begrenzten Gegenstand: so entschied es sich sogleich, ob die Flüssigkeit dasselbe, oder ein größeres oder ein schwächeres Brechungsvermögen, als die Glasart des andern Prisma, hatte.

Erschien der Gegenstand, durch beyde Prismen betrachtet, mit farbigen Rändern, so war es ein Zeichen, daß die Flüssigkeit und das Glas eine verschiedene Farbenzerstreuung hatten, und aus der Lage der Farben war es leicht zu beurtheilen, ob die Farbenzerstreuung im Glase oder in der Flüssigkeit die stärkere war.

Das abſolute Brechungsvermögen des Glaſes oder eines andern Mediums für die mittleren Strahlen beſtimmte Blair auf eine ähnliche Art als Newton, nur daß er durch Anwendung eines Hadley'ſchen Spiegelſextanten ſtatt des von Newton gebrauchten großen Quadranten die Verſuche beträchtlich erleichterte.

Mit dieſem prismatiſchen Apparate hat Blair das dioptriſche Verhalten einer großen Menge von Flüſſigkeiten beſtimmt, und folgendes ſind die Reſultate ſeiner Verſuche:

Alle Auflöſungen von Metallen haben eine ſtärkere Farbenzerſtreuung, als das Krownglas. Mehrere Salze, z. B. der Salmiak, erhöhen, im Waſſer aufgelößt, die Farbenzerſtreuung des Waſſers beträchtlich. Auch die ſalzige Säure bewirkt eine ſtarke Farbenzerſtreuung, und zwar nimmt dieſe mit ihrer Stärke zu. Daher fand ſich die ſtärkſte Farbenzerſtreuung bey den Auflöſungen der Metalle in der ſalzigen Säure; beſonders zeichnete ſich die concentrirteſte Spießglanzbutter, die nur ſo viel Feuchtigkeit angezogen hatte, als eben dazu gehörte, ſie durchſichtig zu machen, durch ihre zum Verwundern große Farbenzerſtreuung aus, da, um ſie aufzuheben, drey Prismen von Krownglas mit demſelben Brechungswinkel, als die Feuchtigkeit, über einander gelegt werden mußten. Nächſt der Spießglanzbutter hatte Salmiak im Waſſer aufgelößt und mit ätzendem Queckſilberſublimat vermiſcht die ſtärkſte Farbenzerſtreuung, welche aufzuheben, ein Krownglasprisma von einem zweymal ſo großen Brechungswinkel erfordert wurde. In beyden Fällen ſcheint dieſe ſtarke Farbenzerſtreuung durch

die

die salzige Säure und die Metallauflösung bewirkt zu seyn.

Den nächsten Rang nach den Metallauflösungen hatten, in Absicht der Farbenzerstreuung, die wesentlichen Oele, und zwar vorzüglich die mineralischen, z. B. das natürliche Steinöl, und die, welche man aus Steinkohlen und Bernstein erhält. Der Brechungswinkel eines Prisma aus Krownglas, welches ihre Farbenzerstreuung aufheben soll, muß ungefähr $1\frac{1}{2}$ mal so groß als der Brechungswinkel dieser Oele seyn. Nicht geringer ist die Farbenzerstreuung des Sassafraßöls. Das echte wesentliche Leinöl erfordert ein Krownglasprisma mit einem $1\frac{1}{3}$, und das Terpentinöl, so wie das Rosmarinöl, mit einem $1\frac{1}{6}$ mal größern Brechungswinkel.

Einige der fetten Oele, so wie rectificirter Weingeist und Salpeter- und Schwefeläther hatten keine vom Krownglase merklich verschiedene Farbenzerstreuung.

Farben, und hieher gehörige Beobachtungen.

Was das Wesen der Farben betrifft, so nimmt Herr Hube [d]) an, daß die Lichtmaterie aus zwey Stoffen bestehe; nämlich aus dem Sauerstoffe, und aus einem andern in allen Körpern befindlichen Stoffe, den er Lichtstoff nennt. Gleichwie nun ein jeder säurebarer Stoff auf sehr verschiedene Art gesäuert werden könne, so gebe es unfehlbar auch zwischen dem Lichtstoffe und dem Sauerstoffe vielerley Arten der Verbindung, aus welchen die Verschiedenheit der Farben entspringe. Ein brennender Körper, welcher die säu-

d) Unterricht in der Naturlehre. B. II. Brief 64.

ſäuernde Luft langſam verſchlucke, brenne mehrentheils bläulich, wie z. B. der Schwefel. Werde die Flamme durch einen immer größern Zufluß von ſäuernder Luft verſtärkt, ſo werde ſie gelb und röthlich, und zuletzt weiß. Im weißen Lichte ſcheine alſo der Lichtſtoff mit dem Sauerſtoffe völlig geſättigt zu ſeyn, im blauen ſey wahrſcheinlich ein Ueberfluß von Lichtſtoff, im rothen ein Ueberfluß von Sauerſtoff, und auch das gelbe ſcheine nicht völlig ſo viel Lichtſtoff, als zur Sättigung des Sauerſtoffs nöthig iſt, dennoch viel mehr als das rothe zu enthalten. Alle durchſichtige Körper, welche wir kennen, ziehen den Lichtſtoff etwas ſtärker an, als den Sauerſtoff, ungeachtet ſie beyde anziehen. Daher habe das blaue Licht die größte, und das rothe die kleinſte Brechbarkeit, ungeachtet der Unterſchied in der Anziehung nicht, wie Newton geglaubt habe, bey allen durchſichtigen Körpern von gleicher Größe ſey. Wenn alſo gleich ein ganz einfacher weißer Strahl, ſo wie er ſich das Sonnenlicht außer der Atmoſphäre vorſtellt, ein Strahl, in welchem der Lichtſtoff mit dem Sauerſtoffe völlig geſättigt iſt, in ein Prisma falle, ſo muß zwar der ganze Lichtſtrahl im Glaſe gegen das Loth gebrochen werden, weil das Glas den ganzen Strahl anzieht, und zwar ſtärker als die Luft; aber dennoch muß der Lichtſtoff näher nach dem Lothe zu gehen und ſich daſelbſt ſtärker anhäufen, als der Sauerſtoff, weil das Glas jenen etwas ſtärker anzieht, als dieſen. Der Strahl muß ſich alſo in Farben theilen, und von der einen Seite violet, von der andern roth erſcheinen. Hat nun ein gläſernes Prisma ihn in ſieben merklich verſchiedene Farben getheilt, ſo kann kein anderes Prisma von Glas irgend einen einzelnen gefärbten Strahl weiter theilen; es kann

z. B.

z. B. nicht den grünen in einen blauen und gelben zerlegen, denn die Zerlegung müßte durch die Verschiedenheit, mit welcher das Glas den Lichtstoff und Sauerstoff anzieht, hervorgebracht werden. Wäre aber diese groß genug, um z. B. den grünen Strahl zu zertheilen, so müßte schon das erste Prisma ihn zertheilt haben, wenn es das Licht eben so anzieht, als das zweyte oder das dritte u. s. f.

Wenn auf den Zinnober weißes Licht fällt, so verschluckt jener sehr vielen Lichtstoff, und stößt dagegen den meisten Sauerstoff des Lichts zurück; also zerstreuet er rothes, seine spiegelnden Theile aber zerstreuen weißes Licht. Bringt man ihn nun in ein finsteres Zimmer in einen blauen, grünen oder gelben Strahl, so verschlucken seine dunkeln Theilchen dieses Licht gänzlich, aber die spiegelnden zerstreuen es, daher sieht der Zinnober blau, grün oder gelb aus. Bringt man ihn aber in das rothe Licht des Prisma, so glänzt er viel stärker, als in irgend einem andern Lichte, weil er nichts davon verschluckt, sondern alles zerstreuet. Auf eine ähnliche Art nehmen auch alle andere dunkle Körper im verfinsterten Zimmer das prismatische Licht an, von dem sie erleuchtet werden, so daß sie ihre natürliche Farbe bloß alsdann und zwar mit ganz vorzüglicher Lebhaftigkeit zeigen, wenn man sie in den Strahl hält, der diese Farbe hat. Eben so sehen beym Kohlenfeuer alle Gesichter roth und bey der Flamme des Weingeistes blau und todtenfarbig aus. Sie würden uns noch röther und blauer zu seyn scheinen, wenn beyde Arten von Licht reiner, und nicht mit so vielem weißen Lichte vermischt wären.

Die

Die Theilchen der Körper, welche das Licht zerlegen, ſcheinen den einen Theil deſſelben ſchon in einer größern Entfernung zurückzuſtoßen, als in welcher ſie den andern einſaugen. Wenn in einem Zimmer die Sonnenſtrahlen durch rothe Vorhänge fallen und in dieſen irgendwo eine kleine Oeffnung von 2 bis 3 Linien iſt, ſo macht der Sonnenſtrahl, welcher durch dieſe Oeffnung geht, auf einem weißen Papier, mit welchem man ihn auffängt, einen grünen Fleck. Sind aber die Vorhänge grün, ſo iſt der Fleck auf dem Papiere roth. Denn die Theile des Vorhanges wirken ſchon in einer merklichen Weite auf das Licht, und da ſie im erſten Falle das rothe zurückſtoßen, ſo bleibt von dem durchgehenden weißen Lichte nur das gelbe und blaue übrig, welches ſie nicht verſchlucken, ſondern durchlaſſen. Dieß giebt einen grünen Fleck. Im zweyten Falle ſtößt der Vorhang das grüne, blaue und gelbe Licht zurück, und daher bleibt im durchgehenden weißen Strahl nur das rothe Licht übrig. So zeigt ein ſehr dünnes Goldblättchen, wenn man es gegen die Sonne hält, ein bläuliches Licht, weil es den rothen und gelben Theil des durch ſeine Riſſe durchgehenden weißen Lichts zurückſtößt.

Es gebe auch gewiſſe durchſichtige Materien, z. B. die Infuſion vom Nierenholze, welche ſich auf eine ähnliche Art verhalten, weil in ihnen viel dunkle Theilchen ſo nahe an einander und ſo häufig hinter einander ſind, daß ſie eine Gattung von Licht, welches zwiſchen ihnen durchgeht, zuletzt ganz zurücktreiben, und nur die übrigen Gattungen durchlaſſen. Sieht man dergleichen Materie bloß oder doch vorzüglich durch das Licht, was ſie zurückwerfen, ſo

zei-

zeigen sie eine andere Farbe; sieht man sie von der Seite, halb mit zurückgeworfenem, halb mit durchgehendem Lichte, so zeigen sie eine dritte aus den beyden vorhergehenden gemischte Farbe. Selbst unsere Atmosphäre habe viele dunkle Theilchen, welche das blaue Licht zurückstoßen, und das übrige auf sie fallende verschlucken. Unterdessen ist ihre Wirkung auf das zwischen ihnen durchgehende weiße Licht gewöhnlich ganz unmerklich. Wenn aber die Sonne bey ihrem Aufgange und Untergange selbst im Horizont steht, und ihre Strahlen sehr weit durch die Atmosphäre gehen müssen, so werden sie durch jene dunkeln Theilchen merklich verändert, und sehen goldgelb aus, weil ihnen das blaue Licht geraubt ist.

Herr Voigt e) sagt, man rechne das Weiße eben so gut wie das Schwarze zu den Farben, und er könne nicht einsehen, warum man den Sprachgebrauch so gewaltsam abändere, und Weiß und Schwarz keine Farben nennen wolle. Man könne zwar sagen, in einer dunkeln Nacht sey nicht die geringste Farbe zu erkennen, und Schwarz sey daher Abwesenheit aller Farbe und könne daher nicht selbst eine Farbe seyn; allein aus dieser Thatsache folge weiter nichts, als man empfinde keine andere Farbe des Nachts als die schwarze. Es sey eine tägliche Erfahrung, daß eine Bedingung nothwendig sey, um Empfindungen von Gegenständen außer uns durchs Gesicht zu haben. Diese Bedingung nenne man Erleuchtung, und einen Körper, der der Grund der Erleuchtung sey, leuchtend. Die Eigenschaft des Leuchtendseyns haben

e) Beobachtungen und Versuche über farbiges Licht, Farben und ihre Mischung; in Grens neu. Journ. der Phys. B. III. S. 235. u. f.

haben verſchiedene Körper, beſonders die Sonne, d
Mond und jedes Feuer; aber alle nach einem verſchi
denen Grade der Intenſität. Die materielle Urſach
dieſer Erleuchtung ſey Licht, welches daher die Urſ
che ſey, daß man an den Körpern Farbe wahrneh
men könne; die Abweſenheit des Lichts hingegen brin
ge in uns die Empfindung des Schwarzen hervor
Licht beſteht aber nach ihm, wie Gren annahm
aus dem Licht- und Wärmeſtoffe, welcher letztere che
miſch mit dem Wärmeſtoffe verbunden iſt, und da
Licht expanſibel macht; die Farben beſtehen in den ver
ſchiedenen Verhältniſſen der Quantität des chemiſch
gebundenen Wärmeſtoffs zum Lichtſtoffe, hingegen di
Intenſität des Lichts in einer größern Wirkſamkeit ſei
ner inhärirenden Kraft auf unſer Organ, welche e
durch die größere oder kleinere Menge des Lichtſtoffs,
der mit der gehörigen Quantität von Wärmeſtoff che
miſch gebunden iſt, erklärt. Weißes Papier, Schnee,
in Lebensluft brennender Phosphor und Sonnenlicht
glaubt er jedes Weiß nennen zu können, nur in ver-
ſchiedenen Graden der Intenſität. Daß die Sonne
und der brennende Phosphor in der Lebensluft Licht
ausſtrömen, werde niemand läugnen, und zwar ent-
wickele jeder Körper Licht aus ſich ſelbſt; der Schnee
werfe aber auch Lichtſtrahlen zurück, freylich nicht in
der Intenſität, wie die beyden erſten Körper; er ent-
wickele aber das Licht nicht aus ſich ſelbſt, ſondern
ſtröme nur einen Theil des erhaltenen weißen Lichts
wieder aus. Eben ſo ſey es auch mit dem weißen
Papiere beſchaffen. Ein Körper, welcher eine andere
Farbe hat, ſtröme das Licht ſeiner Farbe aus, z. B.
rothes Tuch erleuchte alle Gegenſtände, welche ihm
nahe ſind, röthlich; das grüne Licht, z. B. des bren-
nenden Kupfers, erleuchte alles grün u. ſ. f. Daß

ein

ein Körper diese oder jene Farbe habe, bestehe in der Eigenschaft, diese oder jene Quantität Wärmestoff, mit einer gewissen Quantität Lichtstoff verbunden, zurückzuschicken, und also aus dem weißen Lichte, welches ihn erleuchtet, die Quantität des darin enthaltenen Wärmestoffs und Lichtstoffs durch seine Verwandtschaft dahin abzuändern, daß der Körper diese oder jene Farbe erhalte. Die Intensität der Farbe, welche, wenn sie gegen die der andern Farben sehr stark ist, Erhellung zuwege bringt, besteht in der Menge des auf die gehörige Art mit Wärmestoff verbundenen Lichtstoffes. Es sey ihm aber kein Mittel bekannt, die Intensität der verschiedenen Farben, oder des verschiedenen farbigen Lichts zu messen, und er müsse sich bey seinen Untersuchungen auf Farben nur auf die von einerley Intensität einschränken.

Jeder Körper kann nur eine bestimmte Quantität Licht, wodurch er erleuchtet wird, zersetzen, und den übrigen Theil muß er als Spiegel zurückstrahlen, wenn seine Oberfläche eben genug ist.

Wenn Licht, welches durchs Prisma geht, nicht mehr weißes, sondern farbiges Licht gebe, so beweise dieß nichts, als daß das Prisma die Eigenschaft habe, den Wärmestoff des weißen Lichts unter eine Quantität Lichtstoff nach dem Verhältnisse zu theilen, daß dadurch die farbigen Lichter entstehen. Uebrigens scheine ihm die Umwandlung des weißen Lichts in die siebenfarbigen nur eine Vertheilung des Wärmestoffs zu seyn, und dieses werde niemand, oder sehr gezwungen, eine Zerlegung im chemischen Sinne nennen. Er nimmt also an, daß das Prisma bloß die Eigenschaft besitze, den Wärmestoff des weißen Lichts so zu zertheilen, daß dadurch rothes, grünes und violettes

Licht

Licht entſtehe; ein Theil des rothen Lichtbildes falle auf einen Theil des grünen, und es entſtehe ein Gelb; ein Theil des grünen Lichtbildes falle auf einen Theil des violetten und verurſache das Blau.

Die Erſcheinung, daß die ſiebenfarbigen Lichtſtrahlen in dem Verhältniſſe, wie ſie im Prisma entſtehen, bey ihrer Wiedervereinigung das weiße Licht geben, beweiſe weiter nichts, als daß das Prisma bey der Verwandlung des weißen Lichts in das ſiebenfarbige dem Lichte nichts von ſeinen Beſtandtheilen entzogen, ſondern dieſe bloß anders vertheilt habe. Wenn man einen farbigen Lichtſtrahl, z. B. einen gelben, in einem zweyten Prisma zum zweyten male breche, ſo werde dieſer dadurch in zwey andere, in einen rothen und grünen, verwandelt. Es zeige nur an, daß das Prisma, wo es wegen der vorhandenen Quantität Wärmeſtoff angehe, dieſen ſo vertheile, daß rothes, grünes und violblaues entſtehe.

Eine ſonderbare Erſcheinung finde hiebey ſtatt. Nämlich das Prisma ſey im Stande, den Wärmeſtoff und Lichtſtoff im grünen und violetten Lichte ſo feſt zu verknüpfen, daß kein anderes Prisma durch die Kraft ſeiner Vertheilung, welche auf Attraktionskraft des brechenden Mittels beruhe, den Wärmeſtoff und Lichtſtoff anders zu vertheilen im Stande ſey. Wenn man aber durch Miſchung die beyden Farben grün und violet hervorbringe, ſo habe das Prisma die Kraft, den Wärmeſtoff darin ſo zu vertheilen, daß die Farben dadurch entſtehen, woraus der gebrochene Lichtſtrahl gemiſcht war. Daher komme es, daß das urſprünglich prismatiſche Grün, durch ein zweytes Prisma gebrochen, nicht in Gelb und Blau verwandelt werde, wohl aber das durch die Miſchung entſtandene.

Auf die Kraft des Prisma, den Wärmestoff zu zertheilen, gründe sich die Erscheinung der farbigen Säume bey Betrachtung der Gegenstände durchs Prisma.

Das Prisma sey aber nicht das einzige Mittel, den Wärmestoff auf verschiedene Art zu vertheilen, sondern es gebe deren noch mehrere, z. B. sehr dünne Seifen- und Glasblasen, zwey stark an einander gedruckte Plan- und Convergläser, die Federn der Vögel und überhaupt sehr dünne Körper. Hiebey müsse er aber gestehen, daß er keine hinreichende Erklärung davon geben könne.

Die Versuche über Mischung der Farben macht man synthetisch sehr leicht auf einer Farbenscheibe, welche ein auf einer Spitze horizontalliegendes Schwungrad ist, das in einen schnellen Umlauf wie ein Kreisel gesetzt werden kann. Auf dieses Schwungrad legt man Scheiben von starkem Papier, welche auf dem Mittelpunkte des Rades mit ihrem Centro befestigt werden. Diese Scheibe theilt man in Sektoren, denen man durch Pigmente die Farben giebt, welche man mischen will. Wenn man z. B. einen Halbkreis grün, den andern violet mahlt, und diesen in einen schnellen Umlauf bringt, so nimmt die ganze Scheibe während des Umlaufs eine homogene blaue Farbe an.

Weil die Weißglühehitze von einer weit höhern Temperatur ist, als die Rothglühehitze, daß also das Weiße den meisten Wärmestoff unter allen Lichtern zu haben scheint, so nimmt er an, daß der Lichtstoff gesättigt mit Wärmestoff die Empfindung des weißen Lichts hervorbringe, und daß das Schwarze der Lichtstoff ohne allen Wärmestoff, oder Abwesenheit des

Lichts ſey, weil der Lichtſtoff nur durch Wärmeſtoff wirkſam werde.

Wenn das weiße Licht ungebrochen durchs Prisma gienge, ſo würde es auch wieder als weißes erſcheinen; er glaubte daher annehmen zu können, daß eine Farbe deſto mehr brechbar ſey, je weniger Wärmeſtoff, oder was einerley ſage, je mehr Lichtſtoff ſie enthalte. Alſo habe das grüne Licht mehr Wärmeſtoff als das rothe; eben ſo enthalte das blaue, welches aus einer Miſchung von Grün und Violet beſtehe, mehr Wärmeſtoff, als das Grüne. Dieß ſchade ſeiner Behauptung nichts, indem das Gelbe bloß dadurch entſtehe, daß ein Theil des rothen Farbenbildes auf einen Theil des grünen falle, und das Blaue dadurch, daß ein Theil des violetten auf einen Theil des grünen falle.

Hieraus ſucht er nun Formeln herzuleiten, um daraus die Verhältnißzahlen für die Quantitäten des Wärmeſtoffs in den verſchiedenen Farben zu finden, wobey er den Hauptſatz zum Grunde legt: die Quantität des zurückſtrahlenden Wärmeſtoffs in einer gemiſchten Farbe iſt gleich der Summe der Quantitäten des zurückſtrahlenden Wärmeſtoffs in ſeinen einzelnen Farben.

Bisher hatte man mit Newton angenommen, daß das weiße Licht aus ſieben einfachen Farben zuſammengeſetzt ſey; allein Herr Wünſch [f]) wurde durch einen Zufall veranlaßt, neue Verſuche anzuſtellen, aus welchen er zu ſchließen ſich berechtigt glaubt, daß es nur drey Gattungen des farbigen Lichts im pris-

f) Verſuche und Beobachtungen über die Farben des Lichts. Leipz. 1792. 8.

prismatischen Farbenbilde gebe. Er beschäftigte sich nämlich im Beyseyn einiger Freunde mit der gewöhnlichen Zerlegung des weißen Lichts, und ließ das Farbenbild von ohngefähr neben der weißen Tafel vorbey auf Scharlach fallen; hier wurden sie alle von der sonderbaren Veränderung, welche das Bild auf dem Scharlach erlitt, in Verwunderung gesetzt. Das rothe Licht erschien auf demselben nicht nur weit heller und brennender, als auf weißem Grunde, sondern reichte auch im Farbenbilde höher, als gewöhnlich, hinauf; denn derjenige Theil desselben, welcher auf der weißen Tafel pomeranzengelb erschien, war hier ebenfalls lebhaft roth, und von dem gelben Lichte, welches vorher auf dem weißen Grunde zu sehen war, sahe man gar nichts mehr, wohl aber zeigte sich ein Theil desselben, welcher unmittelbar an die Stelle des grünen grenzte, pomeranzengelb. Die Stelle des grünen selbst war mit einem grünlich gelben blassen Scheine erfüllt. Aber über diejenige Stelle, wo sich hochblaues Licht hätte zeigen sollen, wenn der Grund weiß gewesen wäre, hatte sich gleichsam nun ein blaulich weißer blasser Duft gezogen. An den Stellen endlich, wo man sonst den Schein des indigoblauen und violetten Lichts findet, konnte man jetzt nur einen purpurfarbigen Schimmer bemerken. Mit einem Worte, man sah auf dem Scharlach eigentlich nur eine brennend rothe ziemlich lange Ellipse, die an ihrem obern Ende ins Pomeranzengelbe fiel; von den übrigen Lichtfarben hingegen war nur sehr wenig, ja fast gar nichts zu erkennen. Was seine Aufmerksamkeit besonders rege machte, war dieß, daß der Scharlach das gelbe Licht pomeranzengelb färbte, wie auch, daß er das wenige grüne, welches er zurückgab, in einen grünlichgelben, das hochblaue hin-

gegen in einen bläulichweißen ſchwachen Schein ve wandelte. Dadurch ward Herr Wünſch bewoge dieſen Gegenſtand durch neue Verſuche zu beleuchte aus welchen er folgende Sätze unwiderſprechlich h leiten zu müſſen glaubte.

1. Es giebt weder fünf noch ſieben, ſonde nur drey einfache Grundfarben des weißen Licht die rothe, die grüne und die Veilchenblaue.

2. Das pomeranzengelbe und gelbe Licht iſt ei Miſchung aus dem rothen und grünen. Das hoc blaue und indigoblaue hingegen iſt aus dem grün und veilchenblauen zuſammengeſetzt.

3. Ohngefähr die eine Hälfte des rothen Lich iſt zwar allerdings minder brechbar, als das grü und veilchenblaue überhaupt: aber die andere Häl des rothen iſt mehr brechbar, als ein Theil des grüne

4. Etwa zwey Drittel des grünen Lichts iſt zw auch minder brechbar, als das veilchenblaue üb haupt: aber das übrige Drittel des grünen iſt wied mehr brechbar, als ein Theil des veilchenblauen.

5. Wenn die ſtärkern Theile des Lichts me oder minder brechbar ſind, als die ſchwächern, kann die Verſchiedenheit ſeiner Farben keinesweg bloß in der verſchiedenen Stärke ſeiner Theilchen b ſtehen, wie man bisher geglaubt habe.

Zur Anſtellung ſeiner Verſuche, aus welch dieſe Sätze hervorgehen, gebrauchte Herr Wünſ fünf gläſerne Prismen, durchaus von gleicher u ähnlicher Größe, und von einerley ganz reinen Ma ſe. Sie waren in einem Geſtelle ſo übereinander g ordnet, daß ihre Axen parallel in einer Vertikalebe lagen, je 4 Drittel eines Zolls von einander abſta

de

den, und sich nach Belieben um ihre Axe drehen und fest stellen ließen.

Der eine Fensterladen seines Zimmers hatte eine vertikale Lücke, welche zwey Querdaumen breit, und beynahe 1 Fuß hoch war. Diese ließ sich inwendig vermittelst eines hölzernen Schiebers mehr oder weniger öfnen und verschließen; auswendig aber war sie mit einem dünnen Bleche genau bedeckt, und in diesem Bleche befanden sich in gerader Linie fünf kleine Löcher über einander, welche, wie die Axen der fünf Prismen, je 4 Drittel eines Zolls von einander entfernt waren, und wovon jedes im Durchmesser 1 Linie hielt.

Zum Auffangen des Farbenbildes diente ihm eine große vertikal stehende Tafel, welche sich an einem tragbaren Stative nach Belieben erhöhen oder erniedrigen ließ, und mittelst einer Stellschraube fest gestellt werden konnte. Auf dieser konnte er die verschiedenen farbigen Lichter aller Farbenbilder, mittelst einer gelinden Wendung der Prismen um ihre Axen, gar leicht mit einander vermischen und wieder zerlegen. Fast mitten in die Tafel war ein Plättchen von dünnem Bleche eingelassen, und in dieses ebenfalls ein kleines Loch, von der Größe 1 Linie im Durchmesser, geschlagen, so daß er eine Lichtfarbe, welche er wollte, durch dasselbe fahren lassen konnte.

Bey der ersten Reihe seiner Versuche waren nur die beyden untersten Löcher im Fensterladen geöfnet, und es konnten mithin nur zwey Strahlenbündel durch die zwey untersten Prismen fahren.

Anfänglich leitete er den grünen Theil des untern zerlegten Lichts in den lebhaftesten rothen Theil des obern, so daß das grüne und rothe Licht auf eine

und eben dieſelbe Stelle der weißen Tafel zugleich fie
An dieſer Stelle fand er aber ſodann weder grüne
noch rothes Licht, ſondern bloß das lebhafteſte gelb
Um mit Gewißheit auszumachen, ob das gell
Licht wirklich aus dem grünen und rothen der beyde
zerlegten Strahlen gemiſcht ſey, hielt er einen hö
zernen Stift von der Dicke einer Federſpule etwa e
nen halben Fuß weit von der Tafel dergeſtalt in di
farbigen Strahl, daß deſſen Schatten recht in d
Mitte der gedachten gelben Stelle quer hindurch fi
Alsdann war dieſer Schatten allemal am untern Ra
de mit einer ſehr ſchönen grünen, am obern hing
gen mit einer brennend rothen Leiſte beſetzt, zum B
weiſe, daß auf der gelben Stelle rothes und grün
Licht zugleich zugegen war.

Nun leitete er den veilchenblauen des unte
zerlegten Strahlenbündels in den grünen des ober
ſo daß beyde auf eben dieſelbe Stelle der weiß
Tafel fielen. Die Miſchung war ſodann von de
hochblauen Lichte eines einzelnen Farbenbildes nicht i
geringſten zu unterſcheiden, und der hölzerne St
erſchien in dieſem gemiſchten Lichte am obern Ran
mit einer grünen, am untern mit einer veilchenblau
Leiſte, abermals zum Beweiſe, daß dieſes hochbla
Licht auf der Tafel aus grünem und veilchenblaue
beſtehe.

Ließ er den gelben Schein des untern Farbe
bildes auf den rothen des obern fallen, ſo fand
die Miſchung pomeranzengelb. Der Schatten d
Stifts war in dieſem pomeranzengelben Scheine a
obern Rande roth, am andern gelb verbrämt.

Hierauf leitete er den grünen Theil des unte
zerlegten Strahlenbündels auf den gelben Theil d
obe

obern Farbenbildes, und fand die Mischung auf der Tafel grüngelb, indem der Schatten des Stifts in diesem gelbgrünen Lichte am obern Rande mit einer hochgelben, am untern mit einer hochgrünen Leiste begrenzt war.

Nun ließ er den lebhaftesten veilchenblauen Theil des untern Sonnenstrahls in den hochblauen des obern Strahls fallen, so daß abermahls beyde Theile nur eine gemeinschaftliche Stelle der Tafel erleuchteten. Auf dieser Stelle nahm man sodann einen hellen Schein wahr, welcher zwischen dem indigoblauen und hochblauen das Mittel hielt, und worin der Stiftschatten am obern Rande lebhaft hochblau, am untern violet erschien.

Alsdann leitete er den lebhaftesten veilchenblauen Theil des untern Strahls auf die rothe Stelle des obern Farbenbildes, und sahe nun, daß diese beyden Lichtfarben auf der Tafel einen purpurfarbigen Schein erzeugten, worin der Schatten des Stifts am untern Rande mit einer veilchenblauen, am obern mit einer hochrothen Einfassung besetzt war.

Leitete er ferner den hochblauen Theil des untern Strahlenbündels auf diejenige Stelle der Tafel, wo das lebhafteste rothe Licht vom obern zerlegten Strahl zurückleuchtete: so konnte solches nicht geschehen, ohne daß zugleich das indigoblaue des untern Farbenbildes auf das gelbe des obern, das veilchenblaue des untern hingegen auf das grüne des obern fiel, und alsdann erschienen die Lichter dieses größtentheils doppelten Bildes der Ordnung nach von unten herauf roth, pomeranzengelb, gelb, grün, weiß, blaßrosenfarbig, weiß, hochblau, indigoblau, violet, wobey noch zu merken, daß die beyden weißen

Stellen eine ſchmale ſichelförmige Geſtalt hatten, deren Spitzen an den vertikalen Rändern des Farbenbildes lagen und aufwärts gekehrt waren. Auf der untern weißen Stelle erſchien der Schatten eines Drathes am obern Rande mit einem etwas mattrothen, am untern mit einem ſehr lebhaft hochblauen Saume verbrämt. Auf der obern weißen Stelle hingegen fand man die untere Schattenleiſte geſättigt veilchenblau, die obere blaßgelb oder vielmehr grünlich gelb. Auf dem blaßen roſenfarbigen Lichte ſah er den Stiftſchatten am obern Rande mit einem brennend rothen, am untern mit einem lebhaft hochblauen Saume verbrämt. Erhob er dieſen horizontalen Schatten aus dem roſenfarbigen Lichte über das darüber befindliche weiße bis in den untern Theil des hochblauen: ſo ſah er ihn am obern Rande mit einer lebhaft grünen, am untern mit einer minder geſättigten veilchenblauen Leiſte beſetzt, abermals zum Beweiſe, daß dieſer Theil des hochblauen Lichts im zuſammengeſetzten Farbenbilde aus dem grünen Theile des obern, und dem veilchenblauen des untern zerlegten Strahls beſtehe. Hob er aber den Schatten weiter in die Höhe, ſo fiel er über die veilchenblaue Stelle des untern Farbenbildes hinauf, und er nahm ſowohl im obern hochblauen Lichte, als in dem übrigen veilchenblauen keine farbige Leiſten mehr an dem Stifte wahr, wenn er ihn nämlich ziemlich nahe an die Tafel hielt, welcher Umſtand überhaupt bey dieſen erſten Verſuchen durchgängig zu beobachten war.

Wegen der ſchmalen ſichelförmigen Figur der beyden weißen Stellen bemerkt Herr Wünſch noch dieß. Wenn er einen zu dicken Stift zum Schattenmachen gebrauchte, ſo bedeckte der Schlagſchatten allemal,

er

er mochte den Stift so nahe halten als er wollte, wegen seiner zu großen Breite den mittleren bauchförmigen Theil des einen oder andern weißen Scheins ganz; mithin konnte er nicht wahrnehmen, welche Lichtfarben auf die weißen Stellen fielen. Dieser Unbequemlichkeit auszuweichen fand er drey Wege:

Erstlich wählte er hiezu einen Stift, welcher viel dünner, als die mittlere Breite eines solchen weißen Scheins war. Viel dünner als eine Federspule durfte aber dieser Stift nicht seyn, weil sich sonst eine merkliche Unregelmäßigkeit in dieser Erscheinung zeigte.

Fürs zweyte stellte er die weiße Tafel von den Prismen weit genug zurück; alsdann dehnten sich die Farbenbilder desto mehr in die Länge aus, und jene weißen Stellen wurden für den dicken Stift breit genug. Aber auch hier zeigten sich einige Hindernisse.

Am besten fand er es drittens, wenn er mitten auf dem einen oder andern Scheine da, wo er seine größte Reinigkeit und seinen hellsten Glanz hatte, einen Punkt bemerkte, und erstlich den Stift vor der Tafel in seiner horizontalen Lage so weit abwärts bewegte, bis gedachter Punkt mitten in der obern farbigen Schattenleiste erschien. Hierauf mußte er aber den Stift wieder so weit erheben, bis er eben diesen Punkt mitten im untern farbigen Schattensaume wahrnahm, wobey er aber eilen mußte, damit der bemerkte Punkt sich immer noch ziemlich in der Mitte der weißen Stelle befand, wenn er den Stift und seinen Schatten sofort gänzlich wieder entfernt hatte.

Endlich leitete er den hochblauen Theil des untern Strahlenbündels auf diejenige Stelle der Tafel,

wo der gelbe Lichtſchein des obern Farbenbildes zurück leuchtet. Alsdann aber fiel zugleich der grüne Schein des untern Farbenbildes auf den rothen des obern, und brachte mit ihm einen gelben Schein hervor, ſo daß nun dieſes zum Theil doppelte Farbenbild von unten hinauf roth, pomeranzengelb, gelb, abermals pomeranzengelb, wieder gelb, grünlich gelb, dann weiß, dann hochblau, indigoblau, und violet erſchien. An der Stelle, wo hochblaues und gelbes Licht auf einander traf, und wo der Schatten des Stifts am obern Rande lebhaft gelb, am untern eben ſo lebhaft hochblau war, ſahe er, wenn er den Stift oder den Schatten wieder entfernte, weder gelbes noch blaues Licht, ſondern er nahm nur die gedachte weiße Stelle wahr, welche jedoch ein wenig ins grüne zu fallen ſchien.

Bey der zweyten Reihe von Verſuchen waren anfänglich die drey unterſten Löcher im Fenſterladen geöfnet, nachher vier und endlich fünf, ſo daß drey, vier und fünf Strahlenbüſchel durch eben ſo viele Prismen fielen.

Auf den lebhafteſten rothen Schein des oberſten Farbenbildes ließ er den hochblauen Theil des mittleren Farbenbildes fallen. Die Miſchung ward roſenroth; hierauf leitete er auch den hochblauen Theil des unterſten Farbenbildes auf dieſen roſenfarbigen Lichtfleck der Tafel, und fand, daß derſelbe nun mit vollkommenen weißem Lichte glänzte. Aber der Schatten eines Stifts blieb hier auf dem weißen Lichte am untern Rande mit einem hochblauen, am obern mit einem rothen Saume beſetzt.

Hiernächſt ließ er auf die hochgelbe Stelle des oberſten Bildes den hochblauen Theil des mittleren

fal-

fallen. Die Mischung brachte weißes Licht hervor, das ein wenig ins grüne überzugehen schien. Auf dieses leitete er noch den lebhaftesten veilchenblauen Theil des untersten Farbenbildes, und fand nun die Stelle ebenfalls vollkommen weiß, doch so, daß ihr Glanz noch etwas erhöht ward, wenn er eines vierten Strahls veilchenblauen Theil darauf brachte. Der Schatten des Stifts war auf dieser weißen Stelle am obern Rande gesättigt gelb, am untern recht gesättigt kornblumenblau verbrämt.

Nachdem das vierte Loch geöfnet war, leitete er auf die lebhafteste rothe Stelle des obersten Farbenbildes den schönsten grünen Theil des zweyten Bildes, da dann die Stelle gesättigt gelb gefärbt ward. Ueber dieses gelbe Licht legte er ferner das Veilchenblaue des dritten zerlegten Strahls und fand nun die Mischung blaßrosenfarbig. Fügte er dieser Mischung noch den hochblauen Theil des untersten oder vierten Strahls hinzu, so ward sie ebenfalls vollkommen weiß, und in ihr erschien jeder Stiftschatten untenher überaus gesättigt hochblau, obenhin brennendroth verbrämt.

Endlich öfnete er auch das fünfte Loch, und leitete auf den lebhaftesten rothen Schein den schönsten grünen Theil der beyden Strahlenbündel, welche zunächst nach unten zu folgten. Die Mischung erschien grüngelb. Auf diesen hellen grüngelben Schein ließ er die beyden veilchenblauen Scheine des vierten und fünften Strahls fallen, da sich derselbe ebenfalls in ganz weißes Licht verwandelte. Hinter dem Stifte, den er bey diesem Versuche, so wie beym nächst vorhergehenden, ganz nahe an der Tafel quer vor hielt, nahm er in diesem weißen Lichtflecken oben ebenfalls

eine

eine brennendrothe Leiſte, unten einen glänzenden hoch blauen Saum am Schlagſchatten wahr.

Aus dieſen Verſuchen zieht nun Herr Wünſch dieſe Folgen:

1. Aus rothem und grünem Lichte läßt ſich durch die Vermiſchung hochgelbes Licht erzeugen.

2. Durch die Vermiſchung des grünen und veilchenblauen Lichts wird hochblaues Licht erzeugt, welches aus dem zweyten Verſuche der erſten Reihe folgt.

3. Das lebhafteſte rothe Licht verwandelt ſich in blaßroſenfarbiges, wenn es mit hochblauen, einmal genommen, vermiſcht wird.

4. Aus lebhaft hochblauem und ſchwachem rothen Lichte läßt ſich durch die Miſchung weißes Licht hervorbringen.

5. Grünlichgelbes und geſättigtes veilchenblaues Licht geben ebenfalls weißes, wenn man beyde aneinander ſetzt.

6. Weißes Licht, welches jedoch ein wenig ins Grüne zu fallen ſcheint, kann man auch aus dem hochgelben und nur einmal genommenem hochblauen zuſammenſetzen.

7. Aus dem rothen und veilchenblauen Lichte läßt ſich das purpurfarbige miſchen.

8. Aus einmal genommenen gelbem und einmal genommenen grünem Lichte kann man das gelbgrüne zuſammenſetzen. Aber aus dem grünen und hochblauen kommt eine hochblaue Miſchung hervor, die ins grüne fällt.

9. Au

9. Aus dem einfachen rothen und zweymal genommenen hochblauen Sonnenlichte wird reiner weißer Sonnenschein erzeugt.

10. Das einmal genommene hochgelbe Licht, verbunden mit einmal genommenem hochblauen und ein bis zweymal genommenem indigoblauen bringt ebenfalls weißes Licht hervor.

11. Ebenfalls giebt auch die Mischung des lebhaftesten grünen und veilchenblauen Lichts, jedes nur einmal genommen, einen weißen Sonnenschein, wenn man ihm das noch einmal genommene hochblaue beyfügt.

12. Aus dem lebhaftesten rothen Sonnenlichte kann man gleichfalls den vollkommensten weißen Sonnenschein hervorbringen, wenn es einmal genommen, und nicht nur mit zweymal genommenem grün, sondern auch zwey- bis dreymal genommenem veilchenblauen verbunden wird.

Nach Herrn Wünsch ist also das vollständige prismatische Farbenbild aus drey langen Ellipsen oder vielmehr Oblongen (fig. 1.) ab, cd, ef, welche an ihren schmalen Enden abgerundet sind, zugleich aber auch zum Theil einander decken, zusammengesetzt. Das unterste dieser Oblongen, oder die Stelle ab, ist roth, das mittlere, oder cd, grün, das oberste, oder ef, veilchenblau. Das Verhältniß der Länge dieser drey Oblongen ist nicht nur bey verschiedenen brechenden Winkeln der Prismen, sondern auch bey verschiedener Masse derselben etwas verschieden, und sie lassen sich wohl überhaupt auch darum nicht genau ausmessen, weil sie sehr unmerklich in einander übergehen. Allemal aber ist das rothe am kürzesten; länger ist das grüne, noch länger das veilchenblaue; und

und ihr Verhältniß iſt gewöhnlich ohngefähr, wie 1, 2, 3, zuweilen auch wie 2, 3, 4. An der Stelle bc, wo ſich das grüne Oblongum zum Theil über das rothe herabzieht, nimmt man das gelbe Licht wahr. An der Stelle de hingegen, wo ſich das veilchenblaue Oblongum zum Theil in das grüne herabſenkt, ſieht man das hochblaue Licht zurückleuchten, indem zugleich zwiſchen b und e ein Theil von dem reinen grünen unbedeckt bleibt. Solchergeſtalt muß in ac rothes, in cb gelbes, in be grünes, in ed hochblaues, in df veilchenblaues Licht erſcheinen.

Dieſer Hypotheſe gemäß iſt alſo Roth eine einfache Lichtfarbe, welche ſich auf keine Weiſe weiter zerlegen läßt. Pomeranzengelb iſt aus dem lebhafteſten rothen und ſchwachen grünen Lichte zuſammengeſetzt; mithin läßt ſich daſſelbe in dieſe beyden Lichter zerlegen. Gelb iſt eine Miſchung aus dem lebhafteſten rothen und lebhafteſten grünen Lichte, mithin ebenfalls in dieſe beyden Lichtfarben zerlegbar. Grün iſt gleichfalls einfaches reines Licht, welches nicht weiter zerlegt werden kann. Hochblau iſt aus geſättigtem grünen und geſättigtem veilchenblauen gemiſcht, folglich in dieſe beyden einfachen Lichtfarben zerlegbar. Indigoblau beſteht aus geſättigtem veilchenblauen und grünen Lichte, daher es auch in dieſe beyden Lichter muß zerlegt werden können. Veilchenblau iſt gleichfalls einfaches reines Licht, und mithin unzerlegbar.

Zugleich bemerkt Herr Wünſch, daß es hieraus ſogleich erhelle, warum die indigoblauen Abſtufungen bey d und jene gelbgrünen bey b aufwärts gekrümmt erſcheinen müſſen. Wollte man fünf oder ſieben einfache Hauptfarben, wie man bisher gethan, annehmen, oder den Urſprung des Lichtfarbenbildes

auf

auf die bisher üblich gewesene Weise erklären, so müßten die Krümmungen bey d und b eben so abwärts fallen, wie bey a und c und e, welches doch der Erfahrung gerade entgegen wäre.

Hiernächst sucht Herr Wünsch seine Hypothese gegen Einwürfe zu sichern und sie durch mancherley Versuche zu bestätigen. Weil aus einem der oben angeführten Versuche das lebhafteste gelbe Licht mit eben so lebhaftem hochblauen vermischt ein weißes Licht zum Vorschein bringt, so könnte gegen diese Hypothese zuerst die Einwendung gemacht werden, daß eine solche Mischung vielmehr grünes Licht hervorbringen müßte. Herr Wünsch antwortet aber hierauf zweyerley: 1. Kann an einem Lichtfarbenbilde das einfache grüne Licht im zusammengesetzten weißen eben so wenig sichtbar werden, als irgend eine einfache oder doppelte Farbe sichtbar wird, welche man auf eine weiße Tafel, die zugleich dem unmittelbaren weißen Sonnenlichte ausgesetzt ist, fallen läßt. Einfaches grünes Licht ist nämlich wohl sechsmahl schwächer, als das weiße, welches aus dem hochblauen und gelben zusammengesetzt ist. Gleichwohl scheine jenes weiße Licht etwas ins grünliche zu fallen. 2. Sey auch das grüne Oblongum im Farbenbilde beynahe doppelt länger, als das rothe. Mithin könne man annehmen, daß das grüne Licht nur etwa die Hälfte von der Sättigung des rothen habe: und hieraus werde folgen, daß man gar nicht sagen dürfe, das grüne Licht sey in dem gelben und hochblauen zusammen genommen zweymal, oder in doppelter Stärke zugegen, sondern man werde es wegen seiner verhältnißmäßigen Schwäche nur als einmal genommen betrachten müssen.

Hier-

Hieraus erhelle nun zugleich, warum aus dem lebhafteſten einfachen rothen und nur einmal genommenen hochblauen Lichte das blaßroſenfarbige hervorkomme. Ferner ſey auch hieraus klar, warum der einfache rothe Schein am unterſten Ende des Farbenbildes, wo er allererſt anfängt, ſichtbar zu werden, folglich noch ſchwach ſey, nur einmal genommen ſchon eine weiße Miſchung erzeugt.

Eben ſo ſey auch klar, warum das gelbgrüne Licht, oder die Stelle des Farbenbildes, wo ſich die rothen Oblongen mit ihren obern Enden allmählich verlieren, gleichfalls mattweiß zurückleuchtet, wenn man das geſättigte veilchenblaue nur einmal genommen darauf leitet.

Aber nun könne man einwenden, daß bey keinem ſeiner Verſuche die farbigen Theile des weißen Sonnenlichts nach Newton's Vorſchrift vollkommen von einander getrennt geweſen ſeyen; mithin ſey leicht zu erachten, daß aus denſelben gar kein ſicherer Schluß folge, und folglich ſey auch die ganze Hypotheſe von den drey einfachen Grundfarben null und nichtig, indem gar wohl aus verſchiedenen einfachen Lichtern ein drittes zuſammengeſetzt werden könne, welches mit einem der ſieben einfachen Hauptlichter der Farbe nach übereinſtimme.

Dieſe Einwendung ſucht Herr Wünſch durch eine dritte Reihe von Verſuchen zu widerlegen. Hiezu nahm er drey Objektivgläſer von $5\frac{1}{2}$ Fuß Brennweite. Auf jedes derſelbe leimte er einen Kreis von mattſchwarzem Papier, in deſſen Mitte ein rundes Loch befindlich war, welches etwa 1 Linie im Durchmeſſer hielt, und beym Aufleimen gerade auf die Mitte des Objektivglaſes fiel. Hernach befeſtigte er dieſe drey

drey bedeckten Objektivgläser mit Wachs an die vordern Brechungsebenen dreyer Priemen, so daß durch ein jedes ein unzerlegter Lichtbündel in das dazugehörige Prisma fahren konnte. Wegen der beträchtlichen Breite der Objektivgläser konnten hier die Prismen in ihrem Gestelle nicht mehr so nahe, wie bey den vorigen Versuchen, über einander liegen; und daher nahm er jetzt von den fünf Prismen nur das unterste, mittlere und oberste, indem die beyden Löcher im Fensterladen mit schwarzen Stöpseln verschlossen wurden. Die Prismen standen aber bey diesen Versuchen vom Fensterladen so weit ab, daß die weißen einfallenden Lichtbündel auf den schwarzen Kreisen der Objektivgläser ziemlich große Sonnenbilder vorstellten, von welchen aber immer nur der mittlere Theil durch die kleinen Löcher der schwarzen papiernen Kreise fallen konnte. So waren nun alle unendlich feine Strahlen eines jeden Lichtbündels einander ziemlich parallel, welche Forderung Newton voraussetzt.

Auf solche Art ließ Herr Wünsch die Farbenbilder in der gedachten Entfernung von den Prismen auf die weiße Tafel abbilden, und wiederholte von den angeführten Versuchen der ersten und zweyten Reihe alle diejenigen, welche sich entweder mit zwey oder drey Prismen anstellen ließen. Aber bey allen diesen Versuchen zeigten sich die Resultate gerade wieder so, wie er sie fand, wenn er die Prismen ohne Objektivgläser gebrauchte. Nur den einzigen Unterschied bemerkte er, daß die farbigen Leisten des Stifts, den er in die gemischten Lichter führte, bey diesen Versuchen weit lebhafter glänzten, als bey den erstern.

Allein es könnte noch ferner eingewendet werden, daß diejenigen Farbenlichter, welche zuſammengeſetzt ſeyn ſollen, durch eine neue Brechung zerlegt werden müßten, welches aber nach Newton's Verſuchen auf keine Weiſe geſchehe. Um nun auch dieſe Einwendung zu entfernen, ſtellte Herr Wünſch eine vierte Reihe von Verſuchen an.

Zuerſt ſtellte er das kleine Loch der weißen Tafel in den rothen Schein des Farbenbildes, und ließ recht geſättigtes rothes Licht hindurch. Nahe hinter der Tafel brach er dieſen rothen Strahl durch ein zweytes Prisma, und ließ ihn von einem Gehülfen in einem neuen Abſtande von 5 oder 6 Fuß an einer zweyten weißen Tafel auffangen; das Bild blieb aber, wie ſchon bekannt, roth.

Nun ſenkte er die Tafel ſo weit nieder, bis er die kleine Oeffnung mitten im pomeranzenfarbigen Schein wahrnahm. Allein hier war das zum zweytenmale gebrochene pomeranzenfarbige Licht keineswegs mehr ſo kreisförmig, wie das vorige ganz rothe, ſondern allerdings ein wenig elliptiſch oder länglich. Auch war es nicht mehr durchaus pomeranzenfarbig, ſondern untenher mit einer breiten ſcharlachrothen, oben herum mit einer breiten mattgrünen ſichelförmigen Einfaſſung beſetzt, beſonders wenn er die Tafel gegen das darauf fallende Licht rückwärts neigen ließ.

Hierauf ließ er nun reines hochgelbes Licht zum zweytenmale durchs Prisma gehen. Auf der hintern Tafel ſahe er dann einen merklich länglichen gelben Schein, welcher unten herum mit einer eben ſo lebhaft grünen ſichelförmigen Einfaſſung beſetzt war. Daher konnte er das pomeranzengelbe und gelbe Licht nicht für unzerlegbar halten.

Die

Die grüne Farbe bildete nach der zweyten Brechung wieder nur einen kreisförmigen grünen Schein, welcher weder am obern Rande noch am untern das geringste fremdartige Licht zeigte, so schief auch die Tafel gegen ihn geneigt war.

Beym hochblauen Lichte nahm er nach der zweymaligen Brechung abermals einen länglichen Schein wahr, welcher zwar großentheils hochblau, aber am untern Rande mit einer lebhaft grünen, am obern mit einer gesättigten veilchenblauen sichelförmigen Einfassung verbrämt war.

Das indigoblaue Licht gab nach der zweyten Brechung ein indigoblaues Bild, welches am untern Rande mattgrün, am obern Rande gesättigt veilchenblau ausfiel.

Allein das reine veilchenblaue Licht gab gleichfalls nur ein reines veilchenblaues Bild, welches weder am obern Rande, noch am untern, und überhaupt nirgends einen fremdartigen Saum zeigte.

Aus diesen Versuchen schließt nun Herr Wünsch aufs neue, daß nur drey Lichtfarben einfach, die übrigen hingegen je aus zwey einfachen zusammengesetzt sind.

Ferner stellte Herr Wünsch eine fünfte Reihe von Versuchen an, um dadurch zu beweisen, daß der Schatten eines dünnen Stifts in eines jeden einfachen Farbenbildes gelben und hochblauen Stellen mit fremdartigen Säumen besetzt erscheine. Der Stift hiezu hielt etwa nur $\frac{1}{3}$ Linie im Durchmesser, und ward nur ohngefähr einen halben Fuß weit von der Tafel in den Lichtschein gehalten.

Anfänglich führte er den Stift in den rothen Schein, und fand seinen Schein in demselben am

obern Rande ſowohl als am untern mit einem
ſättigt rothen Saume verbrämt.

Hierauf brachte er den Stiftſchatten in den
meranzengelben Schein hinauf, und fand, daß
am obern Rande immer noch einen ſehr geſättigt
then, am untern aber einen mattgrünen Saum hat

Hiernächſt brachte er den Schatten mitten in d
hochgelben Schein; und hier war er am obern Ra
de noch immer geſättigt roth, am untern aber geſ
tigt grün.

Ferner führte er den Schatten in den grünlic
gelben Schein, und er war obenher mit einer ma
rothen, untenhin mit einer lebhaft grünen Leiſte beſe

Nun ließ er den Schatten in die Mitte des r
nen grünen Scheins fallen; und in dieſem war er wi
der am obern Rande ſowohl als am untern mit
nem geſättigten grünen Saume eingefaßt.

Sofort brachte er den Schatten in den Lich
ſchein, welcher zwiſchen dem grünen und hochblau
das Mittel hielt; und hier fand er an ſeinem ober
Rande immer noch eine geſättigte grüne Leiſte, a
untern hingegen zeigte ſich eine matt veilchenblaue.

Mitten im hochblauen Lichte war der Schatte
am obern Rande mit einer lebhaft grünen, am un
tern mit einer lebhaft veilchenblauen Einfaſſung ver
brämt.

Aber auf der indigoblauen Stelle hatte er an
obern Rande wieder nur eine mattgrüne Leiſte, an
untern hingegen war er mit einem geſättigten veilchen
blauen Saume beſetzt.

Indeſſen ließe ſich doch hier noch einwenden,
daß vielleicht weder das hochblaue noch das gelb
Licht

Licht ganz rein und einfach zugegen gewesen sey, und zwar darum, weil er nicht zugleich ein Objektivglas von gehöriger Brennweite vor das Prisma gestellt habe. Allein auch diese Einwendung suchte Herr Wünsch durch eine sechste Reihe von Versuchen vollkommen zu heben. Hiebey wurde bloß eine Glaslinse, deren Brennweite ohngefähr 5 oder 6 Fuß beträgt, ganz nahe vor das Prisma gestellt.

Wenn er nun das Farbenbild in der Entfernung dieser Brennweite auf der Tafel darstellte, und einen dünnen Drath etwa 1 Fuß weit vor derselben auf und nieder führte, so nahm er freylich noch in keinem der farbigen Scheine einen merklichen Schlagschatten mit bunten Leisten wahr, sondern er sahe nur, daß alle farbige Stellen der Reihe nach sich ein wenig verdunkelten und wieder erhellten, je nachdem der Drath vor ihnen langsam auf und nieder bewegt ward.

Stellte er aber die Tafel nur etwa in die Hälfte der Brennweite gedachter Glaslinse, und führte er den Drath mitten zwischen dem Prisma und ihr horizontal auf und nieder, so zeigte sich der Erfolg weit schöner. Auf dem gelben und hochblauen Scheine des Farbenbildes nahm er nun allerdings wieder einen doppelfarbigen Querstreifen wahr, dessen obere Hälfte auf der gelben Stelle roth, auf der hochblauen grün erschien, indem die untere Hälfte desselben auf jener Stelle grün, auf dieser violet leuchtete. Aber auf den rothen, grünen und veilchenblauen Stellen fand er ebenfalls nichts von fremdartigen Streifen, sondern bloß die reinen einfachen Lichter selbst, welche jedoch in ihrer Mitte ein wenig matt erschienen, weil etwas Halbschatten vom Drathe dahin fiel.

Hielt er den Drath in der einmal angenommenen Entfernung vom Prisma feſt, und ließ er nun die Tafel demſelben näher bringen, ſo warf er, indem er ihn vor dem Farbenbilde auf und nieder führte, nun einen ſchmalen Schlagſchatten auf daſſelbe und ſelbiger war im gelben Scheine obenher mit einem rothen, unten mit einem grünen Saume, im hochblauen Scheine hingegen oben mit einer grünen, unten mit einer veilchenblauen Einfaſſung verbrämt. Auf die rothen, grünen und veilchenblauen Stellen warf er dann zwar auch einen ſchmalen Schlagſchatten; aber dieſer war hier von allen fremdartigen Leiſten gänzlich befreyet.

Brachte er die Tafel dem Drathe noch näher und immer näher, ſo verſchwanden die fremdartigen Schattenleiſten auch auf den gelben und blauen Stellen des Farbenbildes, und ſolches geſchah in eben dem Verhältniſſe, in welchem der Schlagſchatten der Breite nach wuchs, bis zuletzt ganz nahe am Drathe in jeder Stelle des Farbenbildes nur Schlagſchatten, ſo breit als der Drath ſelbſt war, übrig blieb.

Daß alle dieſe Erſcheinungen nach ſeiner dreyfarbigen Hypotheſe ſo erfolgen müſſen, ſucht Herr Wünſch durch eine bildliche Vorſtellung klar zu machen, und ſchließt zuletzt daraus, daß dieſe Hypotheſe nun keine Hypotheſe mehr ſey, ſondern als ein bewieſener Satz anerkannt werden müſſe.

Endlich führt Herr Wünſch noch verſchiedene Erſcheinungen an, welche der ſiebenfarbigen oder der Newton'ſchen Hypotheſe entgegen ſeyn ſollen, nach der ſeinigen aber ſich ſehr leicht erklären laſſen.

Wenn man nämlich einen dünnen Stab, z. B. den Stiel einer langen irdenen Pfeife, quer vor den

einen

einen Fensterflügel befestigt, und denselben in der Entfernung einiger Schritte durch ein gutes Farbenprisma unter dem gehörigen Winkel gegen den reinen Himmel betrachtet, so sieht man von dem Stabe gar nichts mehr, sondern an dessen Statt nur etliche an einander liegende Querstreifen, welche aus Lichtfarben bestehen, und bey aufwärts gekehrtem brechenden Winkel der Ordnung nach von unten herauf hochblau, violet, purpurfarbig, weiß und gelb sind, indem dieselben bey abwärts gekehrtem brechenden Winkel in der umgekehrten Ordnung auf einander folgen.

Ferner giebt es einige Gläser von weißem Glase, welche nahe an ihrem Boden, wo ihre Masse beträchtlich dick ist, große farbige Winde haben. Betrachtet man ein solches Glas vermittelst reflektirten Lichts, oder sieht man bloß auf selbiges, so erscheinen alle diese Winde vollkommen hochblau, und sind undurchsichtig. Hält man aber das Glas gegen das Licht, oder sieht man durch selbiges hindurch, so erscheinen dieselben Winde hochroth, und sind vollkommen durchsichtig.

Auch mit der Tinktur des nephritischen Holzes stellte er einige Versuche an, welche nach der siebenfarbigen Hypothese, nach Herrn Wünsch's Meynung, nicht einzusehen wären. Er goß nämlich diese anfänglich in ein vierseitiges weißes Glas, und ließ in seiner verfinsterten Stube einen dünnen Sonnenstrahl hineinfahren. Dieser ward großentheils reflektirt, und bildete auf einem entgegen gehaltenen weißen Täfelchen einen kleinen hochblauen Kreis, welcher sehr scharf begrenzt war. Aber derjenige Theil, welcher durch die Tinktur hindurch fuhr, war hochroth, und bildete auf dem hinter das Glas gehal-

tenen Täfelchen einen kleinen rothen Kreis, welcher eben ſo, wie jener, ſcharf begrenzt erſchien.

Hierauf zerlegte er den einfallenden weißen Strahlenbündel vermittelſt eines Prisma, und leitete einen Theil des rothen Lichts durch das Loch ſeiner großen weißen Tafel, hinter welche er nun das Glas mit der Tinktur in einiger Entfernung befeſtigte, ſo daß das Licht, welches durch das Loch fuhr, auch ſie traf. Von hinten betrachtet erſchien ſodann dieſe Tinktur vollkommen durchſichtig roth, von vorne hingegen undurchſichtig ſchwarz, d. h. man ſah ſie faſt gar nicht, und auf einem entgegen gehaltenen Täfelchen war nur ſehr wenig von einem zurückgeworfenen rothen Scheine zu ſehen, welchen bloß die vordere ebene Fläche des Glaſes, worin die Tinktur war, zurück gab.

Hierauf ſtellte er das Loch der Tafel in das gelbe Licht, und ließ die Tinktur von dieſem Lichte beleuchten. Von hinten gegen dieſes Licht betrachtet erſchien ſie immer noch durchſichtig roth, von vorne hingegen undurchſichtig grün, und eben ſo zeigte ſich auch der Schein, den ſie auf ein entgegen gehaltenes weißes Täfelchen zurück warf.

Nun ließ er die Tinktur vom grünen Lichte auf gedachte Art beleuchten, und ſie erſchien von hinten betrachtet ganz undurchſichtig und ſchwarz, von vorne hingegen immer noch grün, und undurchſichtig.

Sofort leitete er das hochblaue Licht auf ſie, und ſie erſchien von vorne ſehr ſchön hochblau, von hinten aber wieder ſchwarz und undurchſichtig.

Endlich leitete er auch das veilchenblaue Licht auf ſie, und ihr zurückgeworfener Schein war veilchenblau, alles übrige aber ebenfalls undurchſichtig ſchwarz.

Nun

Nun ließ er sich von dünnem weißen Spiegelglase ein hohles dreyseitiges Prisma verfertigen, welches mit beliebigen flüssigen Materien gefüllt, und wie ein solides Farbenprisma gebraucht werden konnte. Dieses füllte er zuerst mit der Tinktur des nephritischen Holzes, und suchte damit einen Strahlenbündel im finstern Zimmer zu zerlegen. Das Farbenbild stellte auf der weißen Tafel nur ein rothes Oblongum dar, indem von den übrigen Farben auch nicht das geringste auf selbiger erschien: denn diese wurden von der vordern Seite des Prima zurück geworfen, und bildeten auf einem entgegen gehaltenen weißen Täfelchen einen kleinen hochblauen Kreis, welcher lebhaft genug in die Augen fiel. Als er das Auge selbst nahe an das Prisma in das gebrochene Licht hielt, sahe er ebenfalls weiter nichts, als eine kleine feuerrothe Ellipse, die das kleine Loch des Fensterladens vorstellte.

Hierauf füllte er das Prisma mit einer gesättigten Safrantinktur, um nun auch durch diese einen Strahlenbündel zu zerlegen. Hier stellte das Farbenbild zwey Oblongen dar, ein rothes und ein grünes, die aber zum Theil auf einander lagen, und einen gelben Schein daselbst bildeten, welcher einen hohen grünen Aufsatz, und eine fast eben so große rothe Unterlage hatte. Von blauem Lichte war da gar nichts zu sehen, auch das zurückgeworfene Licht war nicht veilchenblau, sondern gelblich weiß. Als er das Auge nahe an das Prisma in das gebrochene Licht hielt, so sahe er auch nichts weiter, als eine kleine brennend helle Ellipse, welche bloß in der Mitte gelb, unten grün erschien.

Hierauf goß er eine Saftgrüntinktur, mit ein wenig Wunderblau verſetzt, in das Prisma, und ließ einen weißen Strahlenbündel dadurch zerlegen. Hier war das Farbenbild wieder nur ein grünes Oblongum, woran von allen übrigen Farben gar nichts erſchien. Der ſchwache zurückgeworfene Theil war ebenfalls nicht purpurfarbig, folglich nicht roth und veilchenblau, ſondern grünlich weiß.

Nun füllte er das Prisma mit einer Tinktur aus Wunderblau oder aufgelößtem Indigo; als er den Strahlenbündel durch dieſe zerlegen ließ, fand er auf der weißen Tafel abermals zwey Oblongen, ein grünes und ein veilchenblaues, welche zum Theil in einander lagen, oder eine hochblaue Stelle zwiſchen der grünen und veilchenblauen bildeten. Als er jetzt ſein Auge nahe an das Prisma in das gebrochene Licht brachte und hindurch ſah, ward er aufs neue einen kleinen einzelnen mattrothen Kreis gewahr, unter welchem ein langes brennend hochblaues Oblongum mit ſeinem grünen Kopfe und veilchenblauen Fuße erſchien. Der gegen den Fenſterladen zurückgeworfene ſchwache Theil des einfallenden Strahls war nur bläulich weiß. Das Indigoblaue zerſtört alſo weder das veilchenblaue, noch das grüne Licht, ſondern läßt beyde hindurch; das rothe aber zerſtört ſie; denn auf der weißen Tafel war außer dem grünen und veilchenblauen, welche daſelbſt beyde ſehr hell erſchienen, nicht im geringſten etwas zu ſehen, und was das kleine mattrothe Bild betrifft, welches man gewahr ward, wenn man durchs Prisma hindurch ſah, ſo verſchwand ſelbiges in einem viel dickern Säulenglaſe gänzlich.

Aus diesen beyden letztern Versuchen schließt Herr Wünsch sehr wahrscheinlich, daß wenigstens in jeder Farbe für sich diejenigen Strahlen am schwächsten sind, welche die meiste Brechung erleiden. Von den rothen erhelle solches hier offenbar.

Endlich füllte er das Prisma mit Veilchensyrup, und ließ auch durch diesen einen weißen Lichtbündel zerlegen. Auf der Tafel stellte sich nun wieder ein einfaches, aber schwaches veilchenblaues Oblongum dar, welches weder blau noch roth begrenzt erschien, und auch sonst von keiner Farbe einigen Schein an sich wahrnehmen ließ. Ein solches Oblongum, nur aber sehr klein und brennend helle, nahm er auch wahr, als er durch die Tinktur hindurch sah; und was jenen kleinen mattrothen Kreis betrifft, welcher darüber stand, so erschien derselbe hier bloß etwas länglicht und heller, als in der Saftgrün- und Indigo-Tinktur; woraus wiederum erhellet, daß dieses Fluidum das grüne Licht gänzlich, das rothe hingegen größtentheils verschlucke oder zerstöre und unsichtbar mache.

Auch hat Herr Wünsch verschiedene Versuche über die Lichtfarben dünner durchsichtiger Körper angestellt, und einige Abweichungen von den vor ihm von Newton, Abbé Mezeas, Musschenbroek und du Tour gemachten Beobachtungen gefunden.

Er nahm zwey auf beyden Seiten erhabene Objektivgläser, welche etwa 6 Fuß Brennweite hatten, wischte sie erst mit einem trockenen warmen Sämischleder recht rein ab, und legte sie sodann über einander. Nachdem er sie nun an den Rändern, so stark er konnte, mit den Fingern zusammendruckte, so erschienen zwischen ihnen viele concentrische schwar-

ze und weiße Ringe, in deren Mitte ſich ein ſchwarzer Kreis befand. Aber dieſer Kreis erſchien nur ſo lange ſchwarz, als er die Gläſer vermittelſt reflektirten Lichts betrachtete. Sah er aber durch ſie gegen das Tageslicht hindurch, ſo erſchien er weiß, und es kehrte ſich überhaupt alles um. Wenn er ferner ſehr ſteil darauf hinſah, ſo zeigten ſich die Ringe ſowohl als der mittlere ſchwarze Kreis ziemlich kreisrund, und lagen allenthalben enge an einander. Sah er aber ſchief oder flach auf ſie hin, ſo wurden alle dieſe Ringe elliptiſch, und breiteten ſich nach der Richtung ihrer großen Axe beträchtlich aus, nahmen aber in Anſehung ihrer Menge nicht zu, und jener mittlere ſchwarze Kreis ward auch nicht länger, ſondern nur ſchmäler, als er bey einer mehr ſtillen Anſicht erſchien. Alles dieß erfolgte auch eben ſo, wenn er durch die Gläſer hindurchſah, nur daß hier alles weiß erſchien, was dort ſchwarz war.

Wie es nun zugehe, daß um dieſen mittleren Kreis herum ſich eine Menge von ſchwarzen und weißen Ringen erzeugen, läßt ſich, nach Herrn Wünſch's Bemerkung, nicht leicht einſehen. Man könnte zwar auf die Vermuthung fallen, daß die Gläſer, durch das Zuſammendrucken um ihren Berührungspunkt herum wellenförmige Oberflächen bildeten, ohngefähr wie ſtillſtehendes Waſſer, wenn man einen Stein hineinwirft, und man könnte hinzuſetzen, daß das Licht allenthalben, wo dieſe kreisförmigen Wellen der beyden Flächen einander berühren, ungehindert hindurch fahren, in den vertiefſten Zwiſchenräumen hingegen, wie von Spiegelflächen, zurückkehren müßte. Allein dieſe Vermuthung könne darum nicht ſtatt finden, weil ſich die gedachten Ringe deſto mehr erwei-

tern

tern und immer breiter werden, je mehr man flach auf die Gläser hinsieht, oder je schiefer man sie gegen das hindurchfahrende Licht hält.

Wenn er die beyden Objektivgläser nicht zusammendruckte, sondern nur sanft auf einander legte, und unter einem schiefen Winkel darauf hinsah, so erschien jener mittlere Kreis nicht schwarz, sondern anfänglich purpurfarbig, oder carmoisinroth. Dann entstand in diesem beym gelindesten Drucke ein grüner Kreis, indem sich der purpurfarbige zu einem Ringe ausdehnte. Hierauf entstand im grünen auf die nämliche Art ein blauer, und in diesem ein veilchenblauer. Auch erschienen jene schmalen Ringe, die den mittleren Kreis umgaben, in diesem Falle nicht so zahlreich, wie im vorigen; dazu waren sie auch nicht bloß weiß und schwarz, sondern spielten ebenfalls, wie der mittlere Kreis, verschiedene Farben, je nachdem die Gläser vermöge ihrer eigenen Last einander mehr oder weniger drückten, oder je mehr oder weniger man diesen Druck mit sanfter Hand verhinderte. Preßte er hierauf die Gläser stärker zusammen, so entstand mitten im veilchenblauen Kreise ein weißer, und jener veilchenblaue ward abermals zu einem Ringe, welcher sich, wie die übrigen, weiter ausdehnte, wenn die Gläser stärker zusammengepreßt wurden.

Größer und schöner erscheinen diese Kreise und Ringe, wenn man zwey dicke gut geschliffene, und wohl polirte Plangläser mit ihren ebenen Flächen auf einander legt, wie auch schon durch die Versuche Newton's und Anderer bekannt ist. Nur hat Herr Wünsch hiebey einige neue Beobachtungen angeführt. Werden nämlich diese Plangläser nur auf einander gelegt, aber nicht zusammengepreßt, und liegen sie

ſem ein weißer, welcher bey der geringſten Elevation des Auges zum Vorſchein kommt. Am Ende haben ſich die Ringe über die ganzen innern Flächen der Gläſer ausgebreitet, und jeder derſelben, bloß die äußerſten ausgenommen, welche gewöhnlich nur meergrün und carmoiſinroth erſcheinen, iſt mit allen Regenbogenfarben geſchmückt.

Sieht man unter eben dem kleinſten Winkel durch die Gläſer hindurch, ſo erblickt man in der Mitte, ſtatt eines weißen Kreiſes, einen ſchwarzen, welcher mit einem veilchenblauen Ringe umgeben iſt, worauf ſofort ein hochblauer, dann ein grüner, dann ein gelber, dann ein rother folgt, u. ſ. w. Nämlich diejenigen Stellen, welche beym Daraufſehen weiß erſcheinen, zeigen ſich beym Hindurchſehen ſchwarz; und auf gleiche Weiſe zeigen ſich die veilchenblauen gelb, die hochblauen roth, die grünen purpurfarbig, die gelben veilchenblau, die rothen hochblau, die meergrünen carmoiſinroth.

Auch beſtätigt Herr Wünſch die ſchon von den Herren du Tour und Muſſchenbroek gemachte Beobachtung, daß dieſe farbigen Ringe unter der Luftpumpe im leeren Raume im geringſten nicht verſchwinden, ſondern vielmehr ſchöner erſcheinen, als zuvor.

Ferner kann man dergleichen Gläſer bis zum Zerſpringen erhitzen, ohne ihre farbigen Ringe zu zerſtören, und ohne die Farben im geringſten zu ſchwächen, vielmehr nehmen dieſe in der Hitze an Schönheit und Glanz zu. Dieß gilt aber nur von ſolchen Gläſern, die ſich in der Hitze durchaus gleichförmig ausdehnen, und ſich nicht krümmen; denn außerdem verſchwinden die Ringe in der Hitze gänzlich.

lich. Staub oder Schmutz, besonders aber Feuchtigkeit gestatten dagegen die Entstehung derselben nicht einmal.

Newton hatte angeführt, daß die farbigen Kreise bloß einen Theil ihrer Lebhaftigkeit verlieren, und sich enger zusammenziehen, wenn man einen Wassertropfen zwischen die Gläser bringt. Allein schon Musschenbroek führt an, daß er die Verengerung der farbigen Kreise durch einen hineingelassenen Wassertropfen nie habe bewirken können. Dieß hat auch Herr Wünsch bestätigt. Brachte er nämlich einen Wassertropfen zwischen die dicken Plangläser, so verschwanden die farbigen Kreise anfänglich allenthalben, wohin sich das Wasser verbreitete, gänzlich, und er nahm nie wahr, daß das Wasser diese Kreise zusammendruckte oder verengerte. Nachher kamen dieselben zuweilen wieder zum Vorschein; sie waren aber nicht mehr so lebhaft als zuvor, und weder in Hinsicht der Farben noch in Menge und Größe im geringsten verändert. Brachte er ferner einen Wassertropfen zwischen die oben gedachten Objektivgläser, welche nur kleine und enge Kreise bildeten, so verschwanden diese Kreise, sie mochten nun nur schwarz und weiß, oder blutfarbig seyn, zwar allerdings fast nie gänzlich, aber von Verengerung derselben hat er da ebenfalls nichts wahrnehmen können.

Was nun von allen diesen Erscheinungen, und auch von denjenigen, welche sich bey dünnen Glaskugeln und Seifenblasen vorfinden, die Ursache ist, durch welche die Stellen, die sich beym Daraufsehen schwarz zeigen, beym Durchsehen weiß erscheinen, und umgekehrt; oder warum die veilchenblauen Stellen, von der Hinterseite betrachtet, gelb, die hoch-

blauen roth, die grünen purpurfarbig, die gelben ve chenblau, die rothen hochblau, die meergrünen ca moiſinroth erſcheinen; ſo iſt dieſe nach Herrn Wünſ aus den Sätzen von den drey einfachen Grundfarb ſehr leicht aufzufinden.

Wo nämlich bloß die veilchenblauen Theile d einfallenden Lichts reflektirt werden, da gehen die übr gen, oder die grünen und rothen, hindurch, welch zuſammen gelbes Licht geben. Wo aber die veilche blauen und grünen Theile, welche hochblaues Lich geben, zurückkehren, da können freylich nur noch di übrigen, oder die rothen hindurch fahren. Kehre ferner in einer Stelle nur die grünen allein zurück ſo fahren in ſelbiger die rothen und veilchenblaue hindurch, welche zuſammen die purpurfarbige Mi ſchung ausmachen. Fahren endlich irgendwo die re then und ein Theil der veilchenblauen hindurch: ſo müſſen die grünen ſowohl als der übrige Theil der veilchenblauen zurück bleiben, oder zurückkehren u. ſ. w.

Warum aber die dünnen Körper und die körperlichen Räume das Licht auf eine ſo ſonderbare und vielfältige Weiſe zerlegen, läßt Herr Wünſch uns entſchieden. Es ſey freylich, ſagt er, ſo viel gewiß, daß die dünnen Körper und Räume nicht allenthalben gleich dick, ſondern an einigen Stellen mehr, an den übrigen minder dick ſind, wie auch, daß die minder brechbaren Farben des Lichts mehr Kraft beſitzen, als die mehr brechbaren. Und hieraus würde folgen, daß die dünnern Stellen, wegen der ſtärkern Wirkung der wechſelſeitigen anziehenden Kraft ihrer Oberflächen, allerdings ganz andere Farben hindurchlaſſen und zurückwerfen müßten, als die minder dünnen. Allein hieraus würde doch noch nicht erhellen, warum

auf

auf einer und eben derselben Stelle die nämliche Farbe, z. B. die carmoisinrothe, etliche mal mit jener meergrünen abwechselt, wenn man die Stelle immer mehr und mehr zusammenpreßt, folglich immer dünner macht. Auch würde daraus noch nicht hervorgehen, warum sich dieser Farbenwechsel auf die nämliche Weise bloß durch die verschiedene Neigung des einfallenden Lichts darstellt, ohne daß man die Gläser mehr oder weniger zusammen zu pressen, oder überhaupt einen dünnen Körper noch dünner zu machen nöthig hat. Man könnte zwar dazu noch annehmen, daß der Wechsel ein Naturgesetz wäre, dem auch sogar das Licht gehorchen müßte, und nun hieraus dieses Phänomen erklären. Allein dieß wäre doch eine offenbare Hypothese, durch welche wir nicht einmal mehr erfahren könnten, als wir vorher wußten, weil wir denn doch die Ursache dieses Gesetzes nicht begreifen würden. Wüßte man übrigens, auf welche Weise oder aus welcher Ursache das Licht bey der Beugung desselben die bekannten farbigen Leisten bildete: so würde man ohne Zweifel auch der Ursache des obigen Farbenwechsels auf die Spur kommen; denn beyde Phänomene würden ohnstreitig von einerley Kräften auf eine ähnliche Weise hervorgebracht.

Untersuchungen über die Analogie der Farben mit den Tönen hat Herr Heydenreich [d]) angestellt. Er hat mit vielem Scharfsinn erwiesen, daß die Ausführung von einem Farbenclavier unmöglich sey. Wenn die Verbindungen von Farben eben das bewirken sollten, was die Töne bewirken, so müßten sie 1. eben so fähig

d) System der Aesthetik. Leipz. 1790. 8. Sechste Betracht. S. 224. f.

fähig ſeyn, Leidenſchaften und Empfindungen rege zu machen, wie die Töne. Allein die ganze Leiter der Farben giebt kein ſo beſtimmtes und leicht zu erkennendes Verhältniß zu den Intervallen derſelben an, daß man daraus eine wirkende Melodie zuwege bringen könnte. Die Form der Farben iſt der Raum, nicht aber die Zeit, und Leidenſchaften und Empfindungen können nur durch ſolche Zeichen abcopirt werden, welche mit ihnen die nämliche Form, die Zeit, haben. Geſetzt auch, man wollte die Farben in Bewegung bringen, ſo würden ſich doch dieſe nicht ſelbſt bewegen, ſondern nur das, woran ſie ſich befinden. Der Ton hat ſeine Exiſtenz durch ſein Schweben in der Zeit, die Farbe durch ihre Ruhe in einem Theile des Raums. 2. Durch das Geſicht müßten die Reihen von Farben eben ſo ſchnell unterſchieden werden können, als das Gehör die Reihen der Töne unterſcheidet. Allein wenn nur Reihen von Farben mäßig geſchwind vor den Augen vorübergehen, ſo bewirken ſie eine verworrene Vorſtellung, welches bey den Tonreihen keinesweges der Fall iſt. 3. Auch müßte das Geſicht mit unſerm Gedächtniſſe und Dichtungsvermögen für Leidenſchaften und Empfindungen in eben dem nahen Zuſammenhange ſtehen, als das Gehör. Die Vertheilung und Anordnung des Schattens und Lichts, des Kolorits, alles iſt hier ruhend fähig, Empfindungen und Leidenſchaften zu erwecken, ſo viel es übrigens der Geſichtesinn erlaubt. Die ähnlichen Geſetze der Farben und Töne, wie die Uebereinſtimmung der Zahlen der weichen Tonleiter und der farbigen Felder im prismatiſchen Farbenbilde, ſind alſo ganz zufällig.

Was die Nebenbogen bey dem Hauptregenbogen betrifft, so sollen diese nach Herrn Hube[h]) aus der elliptischen Gestalt der Tropfen erzeugt werden. Stelle man sich nämlich einen Lichtstrahl (fig. 2.) a b in einer Wasserkugel vor, der auf ihrer Hinterfläche in b unter einem Winkel von 48°, oder unter einem noch größern, auffällt, und in b d zurückgeworfen wird. Unter dieser Voraussetzung kann bey b gar kein Licht, oder höchstens nur etwa das rothe und das gelbe, aus der Kugel in die Luft gehen; alles übrige wird nach d zurückgeworfen, und kommt, wenn es hier, so wie oben bey a, ohne merkliche Schwächung durchgehen kann, in das Auge, welches in der Linie d e ist. Auf dieses muß es oft einen lebhaften Eindruck machen, ungeachtet Strahlen, die beym Einfallen in a parallel waren, beym Herausfahren in d etwas divergiren. Zwar wird es durch das Auseinanderfahren geschwächt, allein dagegen geht auch bey b nichts verloren, und daher kann es, besonders wenn das Auge nicht sehr weit entfernt ist, immer noch stark genug seyn, um von ihm deutlich bemerkt zu werden. Wenn der Strahl f a bey a unter einem Winkel einfällt, der an 82° groß ist, so kann er noch in die Kugel eindringen. Bey b wird er fast ganz zurückgeworfen, und verliert daselbst vorzüglich nur seinen rothen und gelben Theil. Bey d sollte er eben so stark zurückgeworfen werden; setzt man aber, er gehe wegen irgend einer Ursache hier ganz aus der Kugel, so läßt sich leicht zeigen, daß der Strahl d e mit dem einfallenden f a einen Winkel von 82° machen müsse.

Man

h) Vollst. und faßl. Unterricht in der Naturlehre. B. II. 68ster Brief.

Man ſieht leicht, daß das Licht auf die angeführte Art in einen Waſſertropfen nicht eindringen kann, wenn er die Geſtalt einer vollkommenen Kugel hat, weil alsdann der Einfallswinkel bey a ungemein groß ſeyn müßte, und das Waſſer Strahlen, die ſehr ſchief einfallen, ſo wie der beſte Spiegel, zurückwirft, oder faſt gar nicht eindringen läßt. Eben ſo wenig könnte das Licht, wenn es auch in den Tropfen eingedrungen wäre, bey d wieder herausgehen, wenn der Tropfen völlig kugelrund iſt. Setzt man aber, daß er nach oben und unten zu von einer Kugel merklich, wenn gleich wenig, abweicht, und längslicht iſt, ſo wird, wenn man die Strahlen b a und b d bis in g und i fortſetzt, der Brechungswinkel bey g kleiner werden, als der bey a, und der Einfallswinkel bey i auf eben die Art kleiner ſeyn, als der bey d, wie man leicht aus der Figur ſieht. Alſo wird nun ein Sonnenſtrahl in h g, der unter einem viel kleinern Winkel auffällt, als f a einfiel, der alſo größtentheils ins Waſſer eindringen kann, nach a b gehen, und in b faſt ganz zurückgeworfen werden; in i aber nach i k unter einem viel kleinern Winkel, als vorher, alſo auch ohne große Schwächung herausgehen. Ein Auge alſo in k wird von dem Lichte des Punkts b ſtark gerührt werden können. Die Strahlen i k und h g aber werden einen viel größern Winkel, als den von 28° mit einander machen, obgleich die eigentliche Größe dieſes Winkels ſich nicht genau beſtimmen läßt, da er bald etwas kleiner, bald etwas größer iſt, nachdem der Tropfen von der Kugelgeſtalt weniger oder mehr abweicht. Je weniger er davon abweicht, deſto mehr wird das Licht geſchwächt, indem es in ihm eindringt, und aus ihm herausfährt.

Wenn

Wendet man alles dieß auf den Regen an, so sieht man, daß nur die kleinen Tropfen ziemlich genau Kugeln seyn können, die größern aber von dieser Gestalt merklich abweichen, und länglicht seyn müssen. Diese letztern aber sind bey starken Regengüssen sehr häufig, und können daher außer dem gemeinen Regenbogen noch Streifen erzeugen, in welchen das Grüne und Blaue vorzüglich herrschend ist, weil das Rothe und Gelbe beym Zurückwerfen in b größtentheils verloren geht. Diese Streifen müssen um den gemeinschaftlichen Mittelpunkt der Regenbogen farbige Bogen machen, deren Halbmesser über 30° hält. Sie können aber bloß oben unter dem Hauptregenbogen und nicht unten an seinen Schenkeln zu sehen seyn, weil das Licht, welches sie erzeugt, bloß oben, und nicht zur Seite, wo die Tropfen den Kugeln völlig ähnlich sind, in die Tropfen eindringen kann. Ihre Farben folgen in derselben Ordnung, wie die des Hauptregenbogens, weil sie nur eine Zurückwerfung voraussetzen; sie sind aber nicht so deutlich abgesondert, sondern mehr vermischt, weil die Strahlen bey i k nicht parallel sind, sondern etwas divergiren. Zuweilen können mehrere Streifen unter einander seyn, wenn sich die Tropfen in ihrer Größe und Gestalt auf einerley Art von einander unterscheiden. Alsdann aber müssen die untern Streifen immer blasser und blasser werden, weil sie von Tropfen kommen, die sich der Kugelgestalt immer stärker nähern. Zuweilen, wiewohl selten, können die Tropfen so groß und so häufig seyn, daß man mehrere auch mit der rothen Farbe versehene Bogen nahe unter einander sieht. Ueberhaupt, meint Herr Hube, gebe es schwerlich einen Umstand, der sich nicht aus der gegebenen Erklärung sehr leicht begreifen lasse.

Herr Lüdicke [1]) hat eine Vorrichtung von e nem kleinen Schwungrade angegeben, um die Ve wandlung der Regenbogenfarben in Weiß darzuſte len. Zugleich führt er einige Bemerkungen und Ve ſuche über die dazu nöthige Eintheilung des Farbe bildes an.

Der Ring mit den Regenbogenfarben wird nich unmittelbar auf dem Schwungrade, ſondern auf eine beſondern mit feinem Papier überzogenen glatt geſchla genen Pappſcheibe angebracht, welche abgenommen un vor Staub aufbewahrt werden kann. Nur finde ſich beym Auftragen der Farbe auf den Ring ein große Schwierigkeit, wenn man ein reines ungefärb tes Weiß erhalten will. Die Pigmente, welche mai hiezu anwenden kann, ſind nicht ſo glänzend und rein, als die Regenbogenfarben, und erzeugen, wenn ſi vorzüglich ſtark aufgetragen werden, zwiſchen ih ren Theilen Schatten, welche ein ſchmutziges Weiß hervorbringen. Hiernächſt veranlaßt die Newton'ſch Eintheilung in ſieben Farben den Fehler, daß einig Uebergänge der einen Farbe in die andere fehlen, und daß daher eine oder die andere Farbe vorſticht und das Weiße färbt. Dieſe und andere Urſachen haben Herrn Lüdicke bewogen, den Ring der Scheibe in 12 Theile zu theilen, und dieſe Räume mit folgenden Pigmenten zu überziehen:

Hell violet oder röthlich, welches ſich dem Dun kelrothen nähert, nimmt 40,5 Grad des Krei ſes ein, und wird aus Karmin mit ein wenig Berlinerblau gemiſcht.

Violet, hält 38 Grad, wird, wie das vorherge hende, jedoch mit Berlinerblau gemiſcht.

Indigo

1) Gilberts Annalen. B. V.

Indigo, von 36 Grad, aus Berlinerblau mit ein wenig Karmin.
Blau, 34 Grad; ist Berlinerblau.
Hellblau, 32 Grad; Berlinerblau sehr schwach aufgetragen.
Grün, 30,3 Grad; krystallisirter Grünspan im destillirten Essig aufgelößt. Ein etwas bläuliches Grün.
Hellgrün, 28,6 Grad; Grünspanauflösung mit etwas Gummigutt versetzt.
Strohgelb, 27 Grad; Gummigutt sehr schwach aufgetragen.
Gelb, 25,5 Grad; Gummigutt etwas stärker.
Orange, 24 Grad; Gummigutt mit etwas Karmin.
Hellroth, 22,7 Grad; Karmin mit ein wenig Gummigutt.
Roth, 21,4 Grad; Karmin, jedoch nicht allzustark aufgetragen.

Alle Farben werden mit aufgelößtem ganz weißen arabischen Gummi versetzt und durchgängig dünn aufgelegt. Den Farbenring umgiebt eine etwas breite schwarze Kreislinie, und die innere Kreisfläche wird ebenfalls mit Schwarz überzogen, damit kein reflektirtes Licht mitwirken könne. Auf diese Weise hat Herr Lüdicke Farbenringe erhalten, welche während der Bewegung ein reines ganz ungefärbtes Weiß gaben.

Die angeführte Eintheilung beruht auf der Aehnlichkeit der Farben mit den Tönen, obgleich Herr Lüdicke ganz richtig bemerkt, daß diese Aehnlichkeit auf weiter nichts, als auf bloßen Verhältnissen be-

ruht, und weiter keine Ausdehnung zulaſſe. Wen
Lüdicke die gleich ſchwebende Temperatur bey d
Eintheilung des Farbenbildes zum Grunde legte,
waren auch die Breiten der Farben, eben ſo wie d
Intervalle, den Saitenlängen der Töne proportiona
Uebrigens fand er, daß Diſſonanzen in Farben au
gedrückt keine ähnliche unangenehme Empfindung
wie diſſonirende Töne, verurſachten. Trug er d
Farben nach allen möglichen Accorden auf, ſo nähe
ten ſie ſich dem reinen Weiß, nur bey Cdur, Fdu
Gdur, Cmol, Amol und Bmol fand ſich bey Ve
gleichung mit ſehr weißem Papiere, oder mit eine
andern ſehr weißen Körper, eine ſchwache Abweichun

Wenn Körper von allerley Farben durch gefär
te durchſichtige Gläſer allerley Art betrachtet werde
ſo müſſen ſie nach Newton's Theorie dem Auge n
von derjenigen Farbe erſcheinen, welche das Licht he
das das Glas durchläßt, oder welche das Glas i
gebrochenen Lichte zeigt. Gegen dieſen Satz wend
Herr Monge [k]) ein, daß gelbe und rothe Objel
durch Gläſer von gleichen Farben betrachtet weiß
ſcheinen, woraus er ſchließen wollte, daß unſ
Urtheile von Farben ſich nicht nach der Natur d
Lichtſtrahlen allein richteten, ſondern ſie würden vielme
durch Umſtände und gewiſſe Relationen modificirt,
wie etwa die Urtheile über Entfernungen und Grö
der Dinge. Allein Herr le Gentil [l]) hat dur
gen

k) Ueber einige Phänomene des Sehens; aus den An
les de chimie. T. III. 1789. p. 131. überſ. in Gre
Journal der Phyſik. B. II. S. 131 u. f.

l) Ueber die Farben, welche roth und gelb gefärbte Geg
ſtände zeigen, wenn man ſie durch roth und gelb gefä
te Gläſer betrachtet. Ebendaſ. B. VI. S. 165 f.

genau angestellte Versuche gezeigt, daß sich Herr Monge getäuscht habe, indem die von Monge angegebenen Erscheinungen in der Schwächung des Lichts ihren Grund hatten, welche von der Natur des Metallkalks, das zum Färben der Gläser gebraucht werde, und von dem ins grünliche fallenden Glase herrühren.

Wenn man erleuchtete Körper durchs Prisma betrachtet, so zeigen sie an ihren Rändern, wo Helligkeit und Dunkelheit, Licht und Schatten, mehrere oder schwächere Erleuchtung an einander grenzen, farbige Säume. Die mannichfaltigen Abwechselungen der Phänomene, welche hiebey statt finden, hat der Herr von Goethe [m]) gesammlet und beschrieben. Die vorzüglichsten derselben, auf welche sich alle übrige beziehen, sind folgende:

1. Weiße, einfarbige und schwarze Flächen, wenn sie durchaus gleichförmig sind, zeigen durchs Prisma keine Farben; wohl aber zeigen sie diese an allen Rändern.

2. Ein vertikal weißer Streif auf schwarzem Grunde erscheint, wenn der brechende Winkel des Prisma nach unten gekehrt ist, oben mit einem rothen und gelben, und unten mit einem hellblauen und violetten Saume; die beyden letztern strahlen ins Schwarze hinein.

3. Wenn ein weißer Streifen nicht zu breit ist, und horizontal liegt, oder mit der Axe parallel geht, so erblickt man gar kein Weiß mehr, sondern von oben herab gerechnet einen rothen, gelben, blauen und

m) Beyträge zur Optik. Weimar 8. 1tes Stück 1791. 2tes Stück 1792.

und violetten Streifen; und iſt das Prisma weit g
nug entfernt, ſo iſt auch noch ein grüner Streif
in der Mitte zwiſchen dem gelben und hochblaue
oder der gelbe Streifen wird ganz zu einem grünen

4. Wenn der brechende Winkel des Prisn
nach unten gerichtet iſt, ſo zeigen ſich in einem ſchwa
zen Streifen auf weißem Grunde jene Erſcheinung
umgekehrt. Liegt nämlich der ſchwarze Streifen v
tikal, ſo hat er oben einen hellblauen und violette
unten aber einen gelben und rothen Saum; die b
den letztern Farben ſtrahlen in das Weiße hinein.

5. Wenn dieſer ſchwarze Streifen horizon
oder mit der Axe des Prisma parallel liegt, ſo
ſcheint er durchs Prisma betrachtet ganz bedeckt, nä
lich von oben herab gerechnet mit einem hellblau
violetten, rothen und gelben Streifen. Iſt er v
Prisma hinlänglich weit entfernt, ſo wird die ho
rothe Farbe pfirſichblüthroth.

6. Wenn der brechende Winkel des Prisma n
oben gerichtet iſt, ſo zeigen ſich alle die von n. 1.
5. angeführten Erſcheinungen umgekehrt, ſo daß z.
im erſten Falle der weiße Streifen auf ſchwarz
Grunde oben mit einem violetten und hellblauen, u
unten mit einem gelben und rothen Saume umge
iſt, u. ſ. w.

Alle dieſe Phänomene zeigt der Herr von G
the an beſondern Karten, wo Weiß und Schwarz
mannichfaltige Art mit einander abwechſeln.
Verbreitungen der Ränder eines Streifens über
angrenzenden ſchwarzen oder weißen Grunde nenn
Strahlungen. Aus allen ſeinen angeſtellten V
ſuchen zieht er die Folge, daß Blau ein wenig

Weiße, Roth ein wenig ins Schwarze, Violet viel ins Schwarze, Gelb viel ins Weiße hineinstrahle. Im zweyten Stücke seiner Beyträge zur Optik beschreibt er auch die Versuche mit grünen und farbigen Flächen auf weißem und schwarzem Grunde, welche besonders durch eine große colorirte Tafel vorgestellt werden. Wenn die farbige Fläche mit dem farbigen Rande durchs Prisma betrachtet homogen ist, so zeigt sich die Fläche vergrößert, im entgegengesetzten Falle aber verkleinert und unrein. Eine Quadratfläche roth gefärbt, welche halb auf einem schwarzen und halb auf einem weißen Grunde liegt, erscheint durchs Prisma betrachtet an dem Theile des obern Randes, welcher auf dem weißen Grunde sich befindet, merklich tiefer, als am andern Theile, welcher auf dem schwarzen Grunde liegt, obgleich beyde eine gerade Linie ausmachen.

Herr von Goethe ist geneigt zu glauben, daß Newton's Farbentheorie zur Erklärung dieser Phänomene nicht ausreiche, weil man hier durchs Prisma sowohl schwarz als weiß, sowohl Dunkel als Licht in Farben aufgelößt sehe. Allein Gren hat in einem Aufsatze umständlich gezeigt, daß sie allerdings aus der Newton'schen Theorie des Lichts und der Farben leicht hergeleitet werden können [n]). Man muß hiebey die farbigen Ränder nicht aus dem Dunkeln, sondern aus dem Hellen herleiten.

Sonst

n) Einige Bemerkungen über Herrn von Goethe's Beyträge zur Optik; in Grens Journal der Physik. B. VII. S. 3 ff.

Sonſt beweiſen dieſe Erfahrungen über die farbi gen Ränder, mit denen die Körper umgeben erſcheinen wenn man ſie durchs Prisma betrachtet, daß nicht nu das Licht leuchtender Körper, ſondern auch das, durc welches uns die erleuchteten ſichtbar ſind, aus verſchi denen Arten des homogenen Lichts zuſammengeſetzt ſey und daß auch diejenigen Körper, die dem bloßen Aug von einer beſtimmten Farbe erſcheinen, doch noc außer dem Lichte von dieſer beſtimmten Farbe meh oder weniger weißes Licht zugleich ausſtrömen.

Auch haben die Chemiker bey Auflöſungen un Miſchungen verſchiedener Körper unter einander ein unzählige Menge Farbenveränderungen hervorgebracht

Die klare und ungefärbte Auflöſung des Eiſen vitriols im Waſſer wird durch wenig Galläpfeltinktu violet, durch mehrere ſchwarz. Die Farbe verſchwi det durch zugeſetzte Säure.

Eben dieſe Auflöſung wird durch Blutlauge ſ gleich ſchön blau.

Die Auflöſung des Kupfervitriols im Waſſ wird durch Ammoniak ſogleich ſchön blau, durch feue beſtändiges grün.

Blaue Lakmustinktur wird durch Säure ſoglei rubinroth; durch Laugenſalze wieder blau. Veilche ſyrup durch die erſte carmoiſin, durch die letzte grü

Rothe Alkamiatinktur wird durch Alkalien bla

Die klare und ungefärbte Auflöſung der Gol ſolution im Waſſer wird durch ungefärbte Zinnſoluti ſchön purpur.

Die ungefärbte Auflöſung des ätzenden Queck ſilberſublimats wird durch Kalkwaſſer orangefarben.

Re

Rauchender Salpetergeist von einer dunkelgelben Farbe wird durch Wasser erst grün, dann blau, dann ungefärbt.

Rothe Fernambuktinktur wird durch Laugensalze sogleich violet, durch Säure hochroth.

Gelbe Curcumatinktur wird durch Laugensalze sogleich braun, u. s. f.

Herr Gren sucht den Grund dieser Farbenveränderung darin, daß mit der Veränderung der Mischung eines Körpers auch die Anziehung seiner Theilchen gegen gewisse Gattungen des Lichts geändert wird.

Ueberdieß hat man auch in diesem Zeitraume mehrere Beobachtungen gemacht, welche beweisen sollen, daß das Sonnenlicht sowohl, als auch jedes andere Licht, auf die Veränderung der Farben gewisser Substanzen einen besondern Einfluß habe. So ändert das so genannte Hornsilber (salzigtsaure Silber), welches von Farbe weiß ist, dieselbe am Sonnenlichte in schwarz um. Diese Erscheinung untersuchte Herr Scheele[o]) zuerst mit vieler Aufmerksamkeit. Er fand, daß es im Finstern, oder vor dem Zutritte des Lichts verwahrt, seine weiße Farbe behält, ja nach Vasalli's Beobachtungen[p]) sogar selbst nach sehr anhaltender Erwärmung auf einem Ofen, oder auf einem erwärmten Eisen. Selbst das Lampenlicht wirkt auf dasselbe eben so wie das Sonnenlicht, und auch das Mondenlicht soll die Farbe desselben ins Graue umändern.

Herr

o) Abhandl. über Luft und Feuer. §. 63. dessen sämmtl. phys. und chemische Werke B. I. S. 133 u. f.

p) von Crell's chemische Annalen. 1795. B. II. S. 92. u. f.

Herr Scheele prüfte auch den Einfluß der ein zelnen Lichtſtrahlen auf dieſen Körper, und fand, da das violette Licht die weiße Farbe weit ſchneller i ſchwarz, als die übrigen Lichtſtrahlen, umänder Herrn Sennebier's Beobachtungen beſtätigten dieſ

Nach Vaſalli ſoll dieſe Erſcheinung mit eine Gewichtsverminderung verbunden ſeyn.

Es iſt bereits oben erzählt worden, daß man au dieſer Beobachtung auf einen eigenen materiellen Sto des Lichts geſchloſſen hat, wogegen aber Herr Sch rer mehrere Einwendungen gemacht hat.

Ueber den Einfluß des Sonnenlichts auf die Fa ben der Körper findet man beym Sennebier q) d hieher gehörigen Erfahrungen am vollſtändigſten.

Beobachtungen und Entdeckungen, welche die Zurückwerfu des Lichts angehen.

Nach den Herren Bouger und Lambert h beſonders Herr Brougham r) über die Zurückwe fung des Lichts verſchiedene Bemerkungen gemach um die Natur deſſelben deutlicher darzuſtellen. E war ihm nämlich immer wunderbar, daß die in ihr Einrichtungen ſo einfache und gleichförmige Nat nicht bey der Beugung und Zurückwerfung der Lic ſtrahlen eine eben ſolche Verſchiedenheit in der Anor nung der einzelnen Lichttheile, wie bey der verſchie nen Brechbarkeit derſelben, ſollte getroffen haben.

q) Phyſiſch chemiſche Abhandlung über den Einfluß d Sonnenlichts. Th. II. u. III.

r) Philoſ. Tranſact. 1796. P. I. p. 227. und in Voig Magazin. B. I. St. 2. S. I. 1798.

dem Ende hat er eine Reihe von Versuchen unternommen, um das Daseyn solcher besondern Eigenschaften außer Zweifel zu setzen.

Herr Brougham geht von dem Newton'schen Satze aus, daß das Licht von den Körpern mittelst einer repulsiven Kraft derselben, die sich bis auf eine, genau bestimmte, Entfernung von ihrer Oberfläche erstrecke, zurückgeworfen werde. Da nun diese Kraft unter andern Umständen eine besondere Wirkung bey den verschiedenen Theilen des Lichts in Rücksicht ihrer Refraction, Inflexion und Deflexion äußert, so läßt sich schon a priori vermuthen, daß sie sich auch bey der Inflexion verschieden zeigen werde, worüber auch Brougham eigene Versuche angestellt hat.

1. In das dunkele Zimmer fiel ein Strahlenbüschel durch eine Oeffnung von $\frac{1}{40}$ Zoll. In der Entfernung von $\frac{1}{2}$ Zoll von der Oeffnung steckte Brougham einen Stift von $\frac{1}{30}$ Zoll im Durchmesser in die Lichtstrahlen, gegen welche er unter einem Winkel von etwa 45° geneigt war. Sein Schatten fiel auf ein mit ihm paralleles Papier, welches 2 Fuß davon entfernt war. Dieser Schatten wurde auf jeder Seite von den zwey Franzen umgeben, die Grimaldi entdeckt hat. Außer diesen zeigten sich auch noch zwey Streifen von weißem Lichte, welche vom Schatten divergirend ausgingen, mit blendenden Farben gemischt, und sowohl ober- als unterwärts sehr ungleichförmig zerstreuet waren. Bey einem gut polirten und näher an die Oeffnung gestellten Stifte wurden die Farben in den Streifen lebhafter, die Streifen selbst schmäler und sie breiteten sich von der einen Seite nach der andern aus, und bis auf wenige Punkte hier und da war kein weißes Licht mehr in ihnen zu sehen. Bewegte

man den Stift, ſo bewegten ſich auch die Farbe
Dieſe verſchwanden aber, wenn man den Stift ſein
Politur beraubte, indem man ihn in eine Lichtflamm
hielt, oder wenn man ſtatt des Stifts ein Papierrö
chen nahm. Auch wurden ſie viel lebhafter im direkt
als im reflektirten Lichte; auch lebhafter am Sonne
lichte, das in dem Brennpunkte einer Linſe vereini
war, als von unreflektirten Strahlen.

2. Wenn Brougham die im vorigen Verſuc
erhaltenen Farbenbüſchel mit möglichſter Aufmerkſa
keit betrachtete, ſo fand er, daß ſie zuweilen durch
nen weißen Strich, zuweilen auch durch eine Sch
tenlinie in mehrere Abtheilungen von einander getren
waren, und daß dieſe mannichmal an einander grei
ten, mannichmal aber auch ein wenig in einander ei
griffen. Es waren dieſes Bilder; denn ſie ändert
ſich mit dem leuchtenden Körper, von deſſen Strahl
ſie waren gebildet worden, und mit der Größe d
Strahlenbüſchels, in welchen der Büſchel gehalt
wurde. Wenn Brougham den Stift etwas ſe
wärts zwiſchen ſeinem Auge und einer Lichtflamme hie
und die Lichtfarben auf ſeine Netzhaut fallen ließ,
ſah er deutlich, daß ſie ſich nach der Lichtflamme
Geſtalt und Größe bildeten, auch ſich eben ſo bewe
ten, wie die Lichtflamme, wenn man in dieſelbe blie
Uebrigens hatten die Sonnenbilder parallele und n
beſtimmte Seitengrenzen, bloß an den Enden floſſ
ſie etwas in einander und waren halbkreisförmig, n
die prismatiſchen Farbenbilder. Auch waren ſie eb
ſo wie dieſe länglicht, und bey einigen übertraf d
Länge ihre Breite 6 bis 8 mal. Die Breite w
nach einer Meſſung gerade ſo groß, als die von eine
mit dem Papier in gleicher Entfernung von dem St

aufgefangenen Sonnenbilde. Auch war die Länge mit der Breite in einerley Verhältniß, bey jedem Abstande, nicht aber bey jeder Lage des Stifts; denn wenn dieser um seine Axe gedreht wurde, so bewegten sich die Bilder auf der einen Seite gegen den Schatten hin und auf der andern von demselben weg. Sie wurden immer länger, indem die Breite unverändert blieb, je näher sie dem Schatten auf der andern Seite kamen; länger hingegen in eben dem Verhältnisse, wenn das Gegentheil statt fand.

3. Brougham ließ ein lebhaftes Farbenbild durch ein Loch fallen, welches er mit beweglichen Seiten in einer Art von Pultdeckel, der mit Charnieren versehen war, angebracht hatte. Das Bild fiel auf eine Unterlage. Hier konnte er nun durch sanfte Bewegungen alles aufs genaueste untersuchen, und erzählte auch ganz deutlich die sieben prismatischen Farben, wo die rothe vom Schatten des Stifts und vom Stifte selbst am weitesten entfernt war. Durch die Bewegung des Lochs im Deckel wurden andere Bilder auf die Unterlage gelassen, deren Farben aber nicht ganz auf die vorige Art geordnet waren. Denn wenn der Stift um seine Axe gedreht wurde, so zeigte sich nicht bloß in Rücksicht des Stifts, sondern auch in Rücksicht der angrenzenden Bilder eine verkehrte Ordnung. Die Ursache davon schreibt Brougham einer Irregularität in der Oberfläche des Stifts zu; denn Stifte von fehlerfreyen, mit Queckſilber gefüllten Glasröhren behielten die Ordnung ihrer Farben während ihrer Umdrehung. Eine andere Irregularität zeigte sich aber auch beym Gebrauch der Glasröhre; denn wenn sonst zwey an einander grenzende Bilder mit einander gemischt wurden, so zeigte sich bey zwey

oder drey Folgen an jedem auswendig eine trübe Farbe, zwiſchen roth und violet, und inwendig grün; hier war aber außer dem Fall der Succeſſion, auswendig allemal roth, und das innerſte Bild hatte allemal violet an ſeiner innern Grenze.

Bey einem vierten Verſuche zeigten ſich ungefähr dieſelben Erſcheinungen. Bey einem fünften ließ Brougham die Strahlen durch ein Loch im Laden durch ein Prisma gehen, wo ſie in violet, grün und roth geſondert wurden. Er ſammelte ſie durch ein Linſenglas im Brennpunkte, und ließ ſie von da in ein anderes Prisma gehn, wo ſie einen weißen Bünde bildeten. Ein Theil deſſelben wurde von einem Schirm aufgefangen, wovon wieder ein Theil durch ein Loch ging, und einige hievon auf Papier kamen, die übrigen von einem Körper reflektirt wurden. Wenn nun ein undurchſichtiger Körper in den rothen Strahl gehalten wurde, ſo verſchwand das rothe Bild auf den Schirm, und eben daſſelbe geſchah auch bey den übrigen Strahlen.

Bey einem ſechſten Verſuche verſchaffte ſich Brougham eine Reihe heller Farbenbilder, und ließ ſie durch den im dritten Verſuche beſchriebenen Pultdeckel fallen. Er fing ſie dann mit einer kleinen $\frac{1}{2}$ Zoll breiten Linſe auf, um ſie in einen Brennpunkt zu vereinigen, der auf ein Papier fiel, und jedesmal erhielt er ein weißes, ins Gelbe fallende Licht, gerade ſo, wie das von direkten Sonnenſtrahlen. Wenn er aber einen Strahl verſetzte, ſo daß derſelbe nicht auf die Linſe fiel, ſo beſtand der Brennpunkt aus einer Mixtur der übrigen Strahlen; und wenn er das Papier ein wenig weiter herum drehte, ſo zeigten ſich in den auf ihm erzeugten Bilde die Farben in verkehrter Ordnung

nung. Ein Reflektor, der in den Brennpunkt gehalten wurde, brachte Bilder von allen sieben Farben, wie das direkte Sonnenlicht im ersten Versuche, hervor. Noch bestimmter fiel dieser Versuch aus, wenn statt der Linse vier metallene Hohlspiegel gebraucht wurden.

Der siebente und achte Versuch wurde so angestellt, daß die Strahlen, statt auf ein Papier, ins Auge fielen. Eine gläserne Röhre von $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser und $\frac{1}{3}$ Zoll in der Glasdicke wurde mit Wasser gefüllt und 4 Fuß weit von einer Lichtflamme gestellt. Nun hielt Brougham sein Auge in der Nähe von $\frac{1}{4}$ Zoll an die Röhre und zog die Augenlieder so weit zusammen, daß bloß das von der Röhre gebrochene Farbenlicht ins Auge kommen konnte. Er erblickte verschiedene sehr lebhaft gefärbte Bilder von der Flamme, und die Farben waren auswendig an der Flamme roth, und inwendig violet. Er goß hernach etwas verdünnte Schwefelsäure in die Glasröhre und warf einige Stückchen Kreide hinein, daß etwas Kohlengas aufbrauste, und in diesem Zustande erblickte er die Farben etwas mehr, als vorher, ausgebreitet.

Aus diesen Versuchen zieht nun Brougham folgende Schlüsse: der erste Versuch zeigt, daß alle Arten von Licht, es sey gerade, zurückgeworfen oder gebrochen, Farben hervorbringe, wenn es von einer krummen Fläche zurückgeworfen wird. Der zweyte, daß die Farben distinkte Bilder des leuchtenden Körpers sind, die zwar etwas in die Länge, aber nicht eben so stark in die Breite ausgedehnt sind, und daß bey der Veränderung des Einfallswinkels auch die Ausdehnung der Bilder geändert wird. Der dritte, daß jedes vollständige Bild aus den sieben Regenbogenfarben besteht, wo die rothe auswendig und die violette

inwendig iſt. Der vierte, daß dieſe Bilder nicht durch eine zufällige, oder neue Modifikation der Lichtſtrahlen, ſondern durch eine mittelſt der Reflexion bewirkte Zerſetzung des weißen Lichts entſtanden ſind; daß die Mittelſtrahlen, oder diejenigen, welche an di grünen und blauen grenzen, unter einem dem Einfallswinkel gleichen, z. B. von 10° 48′, die rothen hingegen unter einem kleinern von 50° 21′, und die violetten unter einem größern von 51° 15′ zurückgeworfen werden. Der fünfte und ſechſte, daß durch die Reflexion eine Zerſetzung und Abſonderung der Strahlen bewirkt werde. Der ſiebente ſoll zeigen, daß die Farben in welche das weiße Licht durch die Reflexion zerlegt worden iſt, homogen und unveränderlich ſind; daß ſie ſich ſowohl in Rückſicht ihrer Beugung als Brechung unterſcheiden; daß ſie eben den Antheil an der Erzeugung der Bilder bey der Reflexion, der Franzen bey der Inflexion, und der Farben bey den dünnen Blättchen, wie die durchs Prisma getrennten Strahlen, haben. Aus dem achten Verſuche ſoll erhellen daß die Strahlen, wenn ſie eben ſo, wie bey der Refraktion, unter ſolche Umſtände geſetzt ſind, daß ſie aus einem dünnern Mittel in ein dichteres, oder umgekehrt fahren, die Erſcheinungen von der Reflexion den von der Refraktion gerade entgegengeſetzt ſind.

Da nun bey einem gewiſſen Einfallswinkel das Sinus eines jeden abprallenden Strahls ein beſtimmtes Verhältniß zum Sinus des einfallenden hat, ſo bemühte ſich Brougham in einem neunten Verſuch die Verhältniſſe für jeden farbigen Strahl zu beſtimmen. Er verglich deßhalb durch genaue Meſſung die Abtheilungen, welche die einzelnen Bilder ch einnahmen, und fand, daß die Unterſchiede zwiſch

den Reflexionssinussen der verschiedenen Strahlen in einer harmonischen Ordnung waren: denn die Abtheilungen waren beynahe um $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{18}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{15}$, $\frac{3}{80}$, $\frac{1}{16}$, welche, wenn man sie auf die Tonleiter anwendet, gaben: 1, $\frac{15}{16}$, $\frac{9}{10}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{11}{18}$, $\frac{1}{2}$; das Refraktionsbild hat eben die Abtheilungen, nur in umgekehrter Ordnung.

Brougham sucht den physischen Grund aller dieser Erscheinungen theils in einer bestimmten Anziehungskraft der Körper gegen die Theile des Lichts, und theils in der verschiedenen Größe der einzelnen Lichttheilchen selbst.

Da Brougham gegen Newton behauptet hatte, daß alle Lichtstrahlen bey gleichem Einfallswinkel auch eine gleiche Fähigkeit besitzen, zurück geworfen zu werden, und ferner, daß der Unterschied der Einfallswinkel dem der Abprallungswinkel für alle zurückgeworfene Strahlen nicht gleich, und nur für die Strahlen zwischen blau und grün gleich sey; so unternahm es Herr Prevost *), diese beyden widersprechenden Meinungen einer genauern Prüfung zu unterwerfen.

Zuerst kam es also auf die Frage an: findet zwischen den farbigen Strahlen eine verschiedene Reflexibilität nach Newton's Sinne Statt? Nach Prevost's Untersuchung dieser Frage scheint es, daß man noch immer mit Newton berechtigt sey, zu behaupten, daß die brechlosesten Strahlen auch am meisten reflexibel sind, diesen Ausdruck nach seinem Sprachgebrauche genommen.

Die

*) Journal de physique. Tom. VI. p. 284. sqq.

Die andere Frage, welche hierbey unterſucht wer den mußte, iſt dieſe: findet zwiſchen den farbige Strahlen eine verſchiedene Reflexibilität nach Brougham Sinne Statt? Der Fundamentalverſuch fü Brougham's Behauptung, daß die Auffalls winkel der rothen Strahlen kleiner, der violette größer, als der Einfallswinkel, und das farbige Lich in ſo fern von verſchiedener Reflexibilität ſey, iſt fo gender: ein weißer Lichtſtrahl auf den Umfang eine ſehr dünnen und polirten Cylinders fallen gelaſſen gab zurückgeworfen ein Farbenbild; und da in dieſe alles gemeſſen und den Umſtänden gemäß berechn wurde, ſchien es, als wurden die bläulichen und grü lichen Strahlen allein unter einem ihrem Einfallswi kel gleichen Auffallswinkel zurückgeworfen; die rothe hingegen unter einem kleinern, und die violetten unt einem größern Abprallungswinkel reflektirt.

Da die Kraft, ſagt Herr Prevoſt, woraı die Zurückwerfung der Lichtſtrahlen beruht, ſie ſe welche ſie wolle, nach Perpendikeln auf der zurückg worfenen Fläche wirkt, und in der ganzen Sphäre j der Wirkſamkeit bey gleichen Entfernungen des Licht gleich ſtark iſt: ſo muß für eine zurückwerfende Eber das katoptriſche Grundgeſetz, welches bis jetzt al Optiker angenommen haben, in aller Strenge Sta finden, wie auch die Intenſität der repulſiven Kra und die Geſchwindigkeit und Neigung des einfallende Strahls beſchaffen ſeyn mögen; vorausgeſetzt, da der Strahl mit der Ebene nicht parallel läuft, ſonder wirklich gegen ſie geneigt iſt. Dann kann aber weiße Licht, das ganz zurückgeworfen wird, dabey nicht i farbige Strahlen zerſetzt werden, welches mit Brou ham's Verſuchen vollkommen übereinſtimmt, welche

die Zersetzung mittelst Ebenen oder krummen Flächen, die nicht einen außerordentlich geringen, so zu sagen verschwindenden Halbmesser hatten, auf keine Art glückte.

Es sey (fig. 3.) hhh ein sehr dünner polirter Cylinder; brok die Sphäre der Wirksamkeit desselben auf das Licht, und ab ein weißer Strahl, welcher auf sie im Punkte b fällt. Man nehme hierbey an, was Brougham thut, das farbige Licht werde in verschiedener Stärke zurückgeworfen, und zwar das rothe stärker, als das violette, so daß der violette Strahl tiefer in die repulsive Sphäre eindringt. Nun aber folgt aus dem Newton'schen Gesetze für die Zurückwerfung, daß die Bahn des gleichartigen Lichts in dieser Sphäre eine krumme Linie mit zwey sich deckenden Aesten seyn muß, deren Axe durch den Mittelpunkt c der Sphäre oder des Querschnitts des Cylinders geht; und ist dieß der Fall, so muß der Winkel, unter welchem der Strahl aus dieser Wirkungssphäre austritt, dem Eintrittswinkel desselben in ihr gleich seyn. Ist daher bor der Weg des rothen, pqr der Weg des violetten Strahls durch die repulsive Sphäre, so sind die drey Winkel fol, erg, abd gleich. Dem Beobachter erscheint aber der Kreis bro nur als ein Punkt; übersieht er deßhalb die Sphäre der Wirksamkeit, und beobachtet bloß den Winkel, den die ausfahrenden rothen Strahlen rg und die violetten vl mit dem einfallenden weißen Strahle ab machen: so wird er verführt werden, zu glauben, daß für denselben Einfallswinkel die Abprallungswinkel der farbigen Strahlen möglich sind, wie dieß der Fall mit Brougham war, und dabey ist es am natürlichsten, anzunehmen, daß für die mittleren, d. h.

für die grünlichen oder bläulichen Strahlen, der Abprallungswinkel dem Einfallswinkel gleich ſey; eine Behauptung Brougham's, welche keinesweges Erfahrung, ſondern bloße Muthmaßung iſt.

Da alſo, wenn man mit Brougham annimmt, daß der rothe Strahl ſtärker als der violette zurückgeſtoßen werde, der Fundamentalverſuch deſſelben aus dem bekannten Reflexionsgeſetze für ebene Oberflächen ſich hinreichend erklären läßt: ſo iſt es, nach Herrn Prevoſt, nicht nöthig, von dieſem Geſetze abzugehen. Und er ſchließt hieraus, daß die farbigen Strahlen nicht ungleich reflexibel, in Brougham's Sinne, ſind, und daß Newton's Reflexionsgeſetz das wahre Geſetz der Natur ſey.

Aus dieſem allen folgt, daß die violetten Strahlen eher, die rothen dagegen ſtärker zurückgeworfen werden. Beydes würde, ſagt Prevoſt, vielleicht nicht unvereinbar ſeyn, ſelbſt wenn es unter denſelben Umſtänden Statt fände; denn es ließe ſich z. B. denken, daß die Sphäre der Wirkſamkeit ſich für die violetten Strahlen etwas weiter als für die rothen erſtreckte, für dieſe aber von größerer Intenſität wäre. Allein es ſey weſentlich, hierbey zu bemerken, daß beyde Wirkungen unter ſehr verſchiedenen, ja ſelbſt unter entgegengeſetzten Umſtänden Statt fänden. Und dieſes deute auf eine wichtige Ausnahme von Newton's Behauptung über die ungleiche Reflexibilität des farbigen Lichts.

Bey den Verſuchen, auf welche Newton dieſe Behauptung gründe, gehe die Zurückwerfung im dichtern Mittel (im Prisma) vor, werde folglich mittelſt einer Anziehung bewirkt. Bey Brougham's Fundamen-

damentalversuch geschehe dagegen die Zurückwerfung im dünnern Mittel, und werde daher durch Zurückwerfung verursacht. Man sehe daher eines Theils, daß die brechbaren Strahlen, d. h. diejenigen, welche das dichtere Mittel beym Durchgehen durch dasselbe am stärksten anziehen, auch im Falle des Zurückprallens am stärksten von diesem Mittel angezogen würden; andern Theils, daß die am wenigsten brechbaren, d. h. diejenigen, welche das dichtere Mittel beym Durchgehen am wenigsten anzieht, im Falle des Zurückprallens am stärksten abstoßen, d. h. am wenigsten angezogen würden; und daß dieses eine Ausnahme von Newton's Gesetze der ungleichen Reflexibilität zu seyn scheine, welches sich bloß auf Versuche gründet, wo die Zurückwerfung im dichtern Mittel geschahe. Ueber den zweyten Fall, nämlich die Zurückwerfung im dünnern Mittel, haben weder Newton noch ein Physiker bis auf Brougham Versuche angestellt. Und die Versuche dieses Naturforschers schienen ihm auf ein entgegengesetztes Gesetz der Reflexibilität für diesen Fall zu leiten.

Indessen versichert Brougham, daß, als er einen weißen Lichtstrahl auf die Oberfläche einer Metallsaite unter einem Winkel von 77° 20′ habe einfallen lassen, er gefunden habe, daß die rothen Strahlen unter einem Winkel von 75° 50′, die violetten unter einem Winkel von 78° 51′ zurückgeworfen wurden, so daß die Sinus des Einfalls- und dieser beyden Zurückwerfungswinkel im Verhältnisse von $77\frac{1}{2}$: 77:78 standen.

Nach der Behauptung des Herrn Prevost ist die Divergenz der rothen und der violetten zurückgeworfenen Strahlen entweder der Krümmung der zurück-

rückwerfenden Sphäre, oder der verſchiedenen Reflexibilität der farbigen Lichtſtrahlen, in Brougham's Sinne, zuzuſchreiben. Im erſten Falle finde ſie bey keinem ebenen Spiegel Statt, wohl aber im letztern. Denn würfen ebene Spiegel die farbigen Strahlen divergent zurück, ſo würden, wenn man ſich von ihnen entfernte, die Gegenſtände darin nicht unter ihren natürlichen Farben, ſondern wie durch ein Prisma mit ſeinen farbigen Rändern erſcheinen. Auch geſteht Brougham ſelbſt, daß es ihm nicht gelungen ſey, die farbigen Strahlen mittelſt ebener Spiegelflächen von einander zu trennen. In einer andern Abhandlung hingegen drucke er ſich indeß ſo aus, als habe er endlich die Farbenzerſtreuung bewirkt, ohne doch die Art, wie er ſich dabey benommen, oder Verſuche darüber anzuführen. Dieß beſtimmte den Herrn Prevoſt, auf Mittel zu denken, die Wirkung einer ungleichen Reflexibilität des farbigen Lichts nach Willkühr vergrößern, und viel anſchaulicher machen zu können, als durch bloßes Entfernen vom Spiegel. Fiel der einfallende Strahl unter einem Winkel von 77° auf, und betrug der Unterſchied der Sinus der Abprallungswinkel $\frac{1}{78}$ des größern; ſo müßten ſchon nach dreymaliger Reflexion die äußerſten farbigen Strahlen um mehr als $\frac{1}{13}$, oder faſt um $\frac{1}{12}$ dieſes größern Sinus von einander entfernt ſeyn.

Alle ſeine Verſuche, welche er mit gläſernen und metallenen Spiegeln anſtellte, zeigten nicht den geringſten farbigen Rand, daher ſchließt er, daß in Brougham's Verſuchen die ungleiche Reflexion der homogenen farbigen Strahlen keinesweges einer vorgeblich verſchiedenen Reflexibilität derſelben, ſondern bloß der Krümmung der zurückwerfenden Fläche zuzuſchreiben ſey.

Beu-

Beugung des Lichts.

Ueber die Beugung des Lichts hat ebenfalls Brougham verschiedene Versuche angestellt, und daraus verschiedene Bemerkungen hergeleitet. Um nicht mißverstanden zu werden, setzt er zuförderst folgende Begriffe fest: 1. wenn ein Lichtstrahl in einer gewissen Entfernung vor einem Körper vorbey fährt, so wird er einwärts gebogen; dieß nennt man Inflexion; 2. Wenn er in einer größern Entfernung vorbey fährt, so wird er abwärts gelenkt; dieß möchte man Deflexion nennen; 3. Der Inflexionswinkel ist derjenige, welchen der inflektirte Strahl mit der Linie macht, welche man mit dem Rande des inflektirenden Körpers parallel gezogen hat, und der Deflexionswinkel ist derjenige, welchen der Strahl von der Inflexion an dem Punkte macht, wo er an die Parallele trift. Eben diese Bewandtniß hat es mit dem Deflexionswinkel. Weiter stellt Herr Brougham folgende Sätze auf: 1. Die Kraft, mit welcher die Strahlen inflektiren und deflektiren, wirkt in Linien, die auf ihrer Oberfläche senkrecht stehen; 2. die Sinusse der Inflexion und Deflexion stehen mit dem Einfallssinus in einem beständigen Verhältnisse, welches in der Folge bestimmt wird. 3. Die Beugungskraft des Lichts verhält sich zur fortstoßenden Kraft desselben, wie der Sinus des Unterschieds zwischen dem Ablenkungs- und Einfallswinkel zum Cosinus des Ablenkungs-, d. i. des Inflexions- oder Deflexionswinkels. 4. Man kann machen, daß die Lichtstrahlen in Schneckenlinien um einen Mittelpunkt gehn. 5. Wenn sich die Beugungskraft verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung verhält, als welches am wahrscheinlichsten ist, so ist die krumme Linie, welche vom Lichte beschrieben wird, die reine glockenförmige

Para-

Parabel, Newton's 69ſte Species. Verhält ſich aber die Kraft umgekehrt, wie die Entfernung ſelbſt, ſo muß eine koniſche Hyperbel quadrirt werden, und es läßt ſich bloß das Verhältniß zwiſchen Abſciſſen und Semiordinaten von der zu findenden krummen Linie in Differenzialen angeben. Wäre die Kraft in umgekehrten Verhältniſſe des Würfels der Entfernung, ſo iſt die krumme Linie ein Kreisbogen, und dann für die Deflexion eine koniſche Hyperbel. Wenn der inflektirende Körper eine Kugel, oder ein Cylinder, und die Kraft im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung von der Oberfläche iſt, ſo gehen die einwärts gebogenen Strahlen in einer Ellipſe, und die deflectirten in einer Hyperbel, deren Brennpunkt das Centrum des beugenden Körpers iſt. 6. Wenn ein Strahl auf eine Spiegelfläche fällt, ſo wird er vor ſeinem Einfall in eine krumme Linie gebogen.

Wenn ein convergirender Strahlenpinſel auf einen Körper fällt, ſo iſt der Schatten kleiner, als der Körper im Verhältniſſe des doppelten Inflexionsſinus. Das Gegentheil findet ſtatt, wenn ein divergirender Strahlenbüſchel auf den Körper fällt. Der Einfallswinkel oder Sinus iſt größer als der Inflexionsſinus oder Winkel, wenn die einfallenden Strahlen einen ſpitzigen Winkel mit dem Körper machen; machen ſie hingegen mit ihm einen ſtumpfen Winkel, oder auch einen rechten, ſo findet das Gegentheil ſtatt. Der Incidenzſinus iſt größer, als der Deflexionsſinus, wenn der einfallende Strahl einen ſtumpfen Winkel mit dem Körper macht; kleiner hingegen, wenn der Winkel ein ſpitziger oder ein rechter iſt. Wird eine Kugel oder ein Kreis in einen Strahlen-

bün-

bündel gehalten, so convergiren die Strahlen nach einem Vereinigungspunkt.

Bis hieher war immer angenommen, daß die Lichttheilchen alle auf einerley Art von dem beugenden Körper afficirt würden; daß aber dieß keinesweges der Fall sey, hat Brougham durch Versuche gezeigt. 1. Er setzte in den Laden eines dunkeln Zimmers ein Metallscheibchen mit einer Oeffnung von $\frac{1}{20}$ Zoll im Durchmesser. Vor das Loch stellte er ein Prisma, dessen brechender Winkel 45° betrug, und bedeckte es bis auf eine kleine Stelle an jeder Seite mit schwarzem Papier. Auf den unbedeckten völlig reinen Theil ließ er Sonnenlicht fallen, und fieng das Farbenbild mit einem 6 Fuß vom Laden stehenden Papiere auf. In die Strahlen hielt er, 2 Fuß vom Prisma in einer vertikalen und mit dem Papier parallelen Lage, einen schwarzen unpolirten Stift, dessen Durchmesser über $\frac{1}{20}$ Zoll betrug. Der Schatten desselben zeigte sich in dem farbigen Bilde auf dem Papiere, und hatte einen beträchtlichen Halbschatten, besonders im glänzendsten Roth desselben. Er war aber keinesweges in allen seinen Theilen von gleicher Stärke; im violetten Theile war er am weitesten und deutlichsten, im rothen hingegen am schmalsten und undeutlichsten; in den Zwischenfarben von mittlerer Stärke und Deutlichkeit. Seine Grenzen waren nicht geradlinigt, sondern conver gegen die Axe und näher an derselben bey den weniger brechbaren Strahlen, so daß die Axe eine Art Asymptote von den Grenzlinien vorstellt. Dieses kann nicht etwa von einer Unregelmäßigkeit in dem Stifte herrühren, sondern es zeigte sich eben so in allen andern auf ähnliche Art gebrauchten Körpern.

2. An die Stelle des Stifts ſetzte Brougham einen Schirm, in welchen eine Metallplatte mit einer Oeffnung von $\frac{1}{12}$ Zoll im Durchmeſſer eingeſetzt war. Ein Gehülfe mußte das Prisma langſam um die Achſe drehen, und Brougham beobachtete das runde Bild, welches die verſchiedenfarbigen Strahlen auf dem Papiere machten, indem ſie durch die kleine Oeffnung fuhren. Das von den rothen gebildeten war am größten; das von den violetten am kleinſten, und die von den Zwiſchenfarben waren von mittlerer Größe. Auch waren, wenn Brougham an die Rückſeite der Oeffnung eine ſcharfe Meſſerklinge hielt, ſo daß die von Grimaldi und Newton beobachteten Franzen erſchienen, dieſe Franzen im rothen Lichte am breiteſten und mehr einwärts gegen den Schatten gekehrt, auch mehr ausgebreitet, wenn das Meſſer über der Oeffnung bewegt wurde. Das Loch ſelbſt zeigte ſich auf dem Papiere mehr erweitert, wenn es während der Bewegung von den rothen Strahlen erleuchtet wurde, als es von den violetten geſchah. Nun iſt nach dem erſten Verſuche der Incidenzwinkel von den rothen und allen übrigen Strahlen von gleicher Größe, und doch waren die Inflexionswinkel ungleich, am größten nämlich bey den rothen, am kleinſten bey den violetten; auch wenn wirklich der Unterſchied zwiſchen ein Paar neben einander liegenden größer war, als es im Anfange des Verſuchs den Anſchein hatte. Endlich war nach dem zweyten Verſuche der Winkel beym Einfall der rothen Strahlen faſt den beyden violetten gleich, als das Prisma und deſſen Farben in Bewegung waren, gleichwohl wurden die violetten Strahlen am wenigſten und die rothen am meiſten inflectirt. Eben dieß war auch der Fall bey der andern Inflexion an der

Meſ-

Messerschneide. Hieraus folgert Brougham, daß die Sonnenstrahlen eine verschiedene Beugbarkeit haben, so daß die am wenigsten brechbaren die am meisten beugbaren sind.

3. Brougham ließ ein Farbenbild auf ein horizontales Blatt fallen und befestigte zwischen diesem Blatte und dem Prisma auf dem Tische zwey Messerklingen, mit gerader Schneide und in einem Winkel von einander, 3 Zoll weit vom Blatte. Bey der Bewegung dieser Klingen zeigte sich allemal, daß beym rothen Lichte die Franzen breiter und weiter von einander und vom Lichte entfernt waren, als beym violetten oder irgend einem andern. Ueberhaupt ergab sich aus diesem Versuche, daß die Franzen von der durch die eine Messerschneide verursachten Inflexion gebildet und von der Deflexion der andern in ihren Schatten geworfen und zerstreuet wurden, und dieß am meisten beym violetten Lichte. Aus einer vierten Beobachtung ergab sich, daß die Franzen von einer Farbe in die der nächsten deflektirt wurden, am meisten beym rothen, am wenigsten beym violetten Lichte, so daß die beugbarsten Strahlen sich zugleich auch als die deflexibelsten zeigten.

Nun war Herrn Brougham daran gelegen, erstlich das Verhältniß zu bestimmen, in welchem, bey gleichen Incidenzwinkeln, der Inflexions- und Deflexionswinkel gegen einander stehen; und dann, welche Proportion in der Flexibilität der verschiedenen Strahlen gegen einander statt findet. Dieß setzt er indessen so lange aus, bis die Region der farbigen Strahlen erst aufgeklärt ist.

Brougham sucht den physischen Grund dieser Erscheinungen theils in einer bestimmten Anziehungs-

kraft der Körper gegen die Theile des Lichts, und theils in der verſchiedenen Größe der einzelnen Lichttheilchen ſelbſt.

Herr Klügel hatte einen Verſuch angegeben, bey welchem Beugung und Brechung zugleich, nach ſeiner Meynung, ſtatt finden. (Th. IV. S. 614) Allein Herr Hällſtröm t) zu Abo glaubte, daß die Beugung des Lichts dieſe Erſcheinung nicht erkläre. Er ſtellte daher einige dieſen Gegenſtand betreffende Verſuche an, um ihn mehr ins Licht zu ſetzen. Es ſchien ihm vor allen Dingen nothwendig, auf die Bedingungen zu ſehen, unter welchen dieſe Erſcheinung beobachtet wird, und auf die Umſtände, von welchen ſie vorzüglich abhängt. Zuerſt ließ er eine trockene Nadel das Waſſer berühren; da er aber die Erſcheinung nicht gewahr werden konnte, und nur die obere Nadel die untere ins Waſſer getauchte zu decken ſchien, ſo ſtellte er das beobachtende Auge in Einer Ebene mit den Nadeln; druckte das Bret, worauf die Nadeln befeſtigt waren, etwas nieder, ſo daß die Oberfläche des Waſſers um die Nadel etwas concav ward. Allein auch ſo wurde er die erwartete Verdoppelung nicht gewahr, er erblickte vielmehr gar kein Bild, ſo lange das beobachtende Auge ſo geſtellt war, daß eine gerade Linie von demſelben zur obern Nadel gezogen gegen die Ebene durch die Nadeln, unter einem Winkel kleiner als 10 oder 12 Grad, geneigt war. Er verwarf daher auch dieſe Stellung der Nadeln, als zu ſeinem Zwecke untauglich, druckte das Bret noch etwas tiefer nieder, ſo daß die obere Nadel ganz ins Waſſer getaucht war, und nur ihre obere

t) Diſſ. phyſ. continens explicationem phaenomeni optici, quo objecta aque ſubverſa duplicata conſpiciuntur. 1797.

obere Seite die Wasserfläche berührte, sah aber nichts, als die obere Nadel, welche die untere zu decken schien.

Da die Erscheinung auf diese Art nicht erfolgte, zog er das Bret wieder in die Höhe, und zwar so, daß die obere Nadel mit dem Horizont parallel war. Diese naß gemachte Nadel hob nun das Wasser in Gestalt eines Rückens mit in die Höhe, indem die benachbarten Wassertheilchen sich an die untern Theile der Nadel anhiengen. Sobald dieses Erheben anfieng, bemerkte er auch die lange erwartete Verdoppelung der untern ins Wasser getauchten Nadel, und je höher er das Wasser hob, um desto mehr entfernten sich diese beyden Bilder von einander. Dieser Bilder waren entweder zwey, oder sie liefen gegen das Ende der obern Nadel in einem Stiel zusammen, oder sie waren auch hier mit einem Halbkreise verbunden, je nachdem man das Auge in der Ebene durch beyde Nadeln so stellte, daß eine gerade Linie, von dem Auge durch das Ende der obersten Nadel gezogen, die untere Nadel in einem Punkte zwischen ihrem Ende und dem Brete traf, oder ganz außerhalb derselben fiel, oder selbst durch ihre Spitze lief.

Aus diesen Versuchen war es nun nicht schwer zu beurtheilen, ob die Lichtstrahlen, welche von der untern ins Wasser getauchten Nadel ins Auge kommen, wenn sie bey der obern Nadel dicht vorbey gehen, so wie Klügel meine, gebogen werden, oder ob sie nicht vielmehr beym Austritte aus dem Wasser in die Luft so gebrochen werden, daß sie ins Auge kommen, als giengen sie von zwey verschiedenen Objekten aus. Die vier Lagen, welche die obere Nadel gegen die Wasserfläche nach und nach in den Versu-

chen annahm, sind so beschaffen, daß die Beugung des Lichts, die immer dieselbe bleibt, in allen diesen Fällen beständig dieselbe Wirkung hätte hervorbringen müssen. Da nun die doppelten Bilder der Nadel nur einmal in einer einzigen Lage gesehen wurden, so erhelle daraus deutlich, daß die Beugung des Lichts allein die erwähnte Verdoppelung nicht hervorbringen könnte; vielmehr beweisen die Versuche deutlich, daß sie aus der Eigenschaft des Lichts folgt, welche bey veränderter Figur des Wassers verschiedene Bilder hervorbringt.

Ueberdieß sucht auch Hällström noch zu zeigen, daß diese Erscheinung ganz allein von der Brechung des Lichts herrühre, und gar keine Beugung des Lichts dabey angenommen werden darf. Seine Erklärung ist folgende: wenn zwey Nadeln so gestellt werden, daß, wenn die eine unter Wasser getaucht wird, die andere horizontale einen Theil der Wasserfläche erhebt; so lege man durch die Nadeln eine senkrechte Ebene, deren Durchschnitt mit der obern Nadel den Kreis (fig. 4.) a b, mit der untern den Kreis c d, und mit der erhabenen Wasserfläche die krummen Linien b e und a f, die gegen die untere Nadel convex sind, bildet. Es seyen nun d und c zwey Punkte des Kreises d r c, die einander beynahe gegen über stehen, und auf entgegengesetzten Seiten der Achse o i r so liegen, daß die Lichtstrahlen, die aus ihnen ausgehen und gebrochen ins Auge o kommen, den Kreis d r c berühren, und also die beyden äußersten sind, die von diesem Kreise aus ins Auge kommen können.

Die Krümmung der Wasserfläche b e ist hiernach so beschaffen, daß einer von den aus d ausgehenden Strahlen, der nicht weit von e nach b zu auf-

auffällt, auf die Curve be normal iſt, und deshalb beym Uebergange aus dem Waſſer in die Luft nicht von ſeinem geradlinichten Wege ab gebrochen wird, mithin auch in der Luft von der Linie rio divergiren muß. Nimmt man nun an, daß dieſer normal einfallende Strahl ſich um d drehe, daß der Punkt, wo er mit der krummen Linie be zuſammenſtößt, gegen b zu rucke; ſo wird dieſer Strahl immer ſtärker vom Einfallslothe abwärts gebrochen, ſtatt daß er anfangs von io divergirte, damit parallel und convergirend werden, und dabey der Punkt, wo er die Linie rio durchſchneidet, immer tiefer gegen i, und zwar um ſo ſchneller herabrucken, je mehr der Strahl und die Linie io convergiren. Kommt daher der Einfallswinkel dicht an b, ſo fällt auch der Vereinigungspunkt des gebrochenen Strahls mit der Achſe io dicht an i, da der Durchmeſſer der Nadel nur unbedeutend iſt, bis endlich der gebrochene Strahl ſelbſt mit der Nadel ab zuſammenfällt. Das Auge mag alſo in einer beliebigen Entfernung über die obere Nadel, gleich viel in welcher, wenn es nur die Nadeln deutlich ſehen kann, in der geraden Linie io ſtehen, ſo erhält es immer einen Lichtſtrahl, der aus d ausgeht, und in be gebrochen wird. Nun ſey h der Punkt der gekrümmten Waſſerfläche, von wo das Auge, das in o iſt, den aus d ausgehenden Lichtſtrahl gebrochen erhält; der Strahl dh, der in n aus Waſſer in Luft tritt, muß dann vom Einfallslothe mn ſo gebrochen werden, daß er in das Auge o einfällt. Unter den aus c ausfahrenden Strahlen muß nothwendig auch einer, cg, gegen dn ſo convergiren, daß er nach der Brechung in g die Axe im Punkte o ſchneidet, mithin ins Auge fällt. Daher bemerkt das Auge o das Objekt cd als ein Bild in

pq. Daſſelbe gilt von der andern Seite, wo das Auge das Bild von crd nicht in c, ſondern in uv ſehen muß.

Vergleichung der Stärke des Lichts.

Was die bisher angeführten Vorrichtungen betrifft, durch welche das Verhältniß der Lichtſtärke beſtimmt werden konnte, ſo war ihre Einrichtung noch nicht ſo beſchaffen, daß ſich daraus völlig genaue Reſultate erwarten ließen. Dieß gab dem Herrn Benjamin Thompſon Grafen von Rumford Veranlaſſung, eine genauere Einrichtung anzugeben, welche er mit dem eigentlichen Nahmen eines Photometers belegt [u]). In einem hölzernen Gehäuſe (fig. 5.) abcd, das $7\frac{1}{2}$ Zoll breit, $10\frac{1}{2}$ Zoll lang, und $3\frac{1}{4}$ Zoll im Lichten hoch iſt, iſt die innere Fläche allenthalten ſchwarz angeſtrichen, außer auf der hintern Wand. An dieſer hintern Wand befindet ſich in einer Falze eine geſchliffene Glasſcheibe, auf welcher weißes Papier aufgeklebt iſt, welche der Graf das Feld nennt. Die Glasſcheibe iſt $5\frac{1}{2}$ Zoll breit, und eben ſo hoch wie das Gehäuſe; das Feld des Inſtruments aber behält ſeine gehörige Breite durch einen Schirm von ſchwarzer Pappe, welcher vor die vordere Fläche des überzogenen Glaſes unmittelbar geſtellt wird, und worin ein kreisförmiges Loch g von $1\frac{6}{10}$ Zoll im Durchmeſſer geſchnitten iſt. Uebrigens muß dieſer Schirm weit genug ſeyn, um die ganze Fläche der Hinterwand des Gehäuſes zu bedecken, und kann an ſeinem Standorte durch Falze in den Seitenwänden des Gehäuſes feſt gehalten werden, worin

u) Beſchreibung einer neuen Methode, die comparativen Intenſitäten des Lichts leuchtender Körper zu meſſen, in Grens neuem Journale der Phyſik. B. II. S. 15 u. f.

rin man ihn hinabschiebt. Der Boden des Gehäuses steht vermittelst einer Nuß auf einem Stativ; oben ist es mit einem in Angeln beweglichen Deckel verschlossen, damit es leicht geöffnet werden kann, um nöthigen Falls die darin enthaltene Geräthschaft zu ändern. Die Vorderseite dieses Gehäuses ist auch verschlossen, an welcher aber zwey horizontale Röhren dhik und lmnc befestigt sind, deren Axen unter einem Winkel von 60° so stehen, daß diese verlängerten Axen sich in dem Mittelpunkte x des Feldes schneiden. Zwischen diesen beyden Röhren ist in der Mitte der Vorderwand des Gehäuses eine Oeffnung angebracht, durch welche man nach dem Felde sieht. Vor dem Felde, $2\frac{2}{10}$ Zoll davon, stehen auf dem Boden des Gehäuses zwey Cylinder p und q senkrecht in paralleler Lage mit der Hinterwand des Gehäuses, welche von dem Mittelpunkte ihrer Grundfläche aus 3 Zoll von einander abstehen. Wenn die beym Versuche gebrauchten Lichter gehörig gestellt sind, so werfen diese beyden Cylinder vier Schatten auf das weiße Papier des Feldes; zwey davon sind genau in der Mitte dieses Feldes in Berührung, und auf diese allein muß Rücksicht genommen werden. Die beyden übrigen Schatten kann man leicht dadurch verschwinden machen, daß man das Feld schmal macht, da alsdann die Schatten auf die geschwärzte Fläche fallen, wo sie unsichtbar sind. Hat jeder Cylinder $\frac{4}{10}$ Zoll im Durchmesser und $2\frac{2}{10}$ Zoll in der Höhe, so ist die Breite des Gesichtsfeldes von $2\frac{7}{10}$ Zoll hinreichend; überdieß muß die Höhe des Gesichtsfeldes nicht über $\frac{3}{10}$ Zoll mehr als die Höhe des Cylinders betragen, weil sonst das Licht wegen der zu starken Blendung nachtheilig seyn würde. Um nun die Lichter leicht und genau stellen zu können, ist durch die

Mitte des Feldes von oben nach dem Boden zu eine feine ſchwarze Linie gezogen, und eine andere horizontale, welche jene unter einem rechten Winkel, in der Höhe der erweiterten obern Grundflächen der Cylinder, ſchneidet. Berühren alsdann die obern Grenzen der Schatten die horizontale Linie, ſo ſtehen die Lichter in der gehörigen Höhe, und wenn ſich ferner die beyden Schatten in der Mitte des Feldes berühren, ſo ſtehen die Lichter in der gehörigen Richtung.

Die beyden Cylinder ſind um ihre Axe beweglich, und jeder iſt noch mit einem Flügel r und ſ von $\frac{11}{20}$ Zoll Breite und $\frac{1}{16}$ Zoll Dicke, von gleicher Höhe als die Cylinder, verſehen, und daran genau befeſtigt, um dadurch die Schatten in jeden Falle auf einerley Durchmeſſer zu bringen, weil ſich alsdann leichter beurtheilen läßt, ob die Schatten von gleicher Dichtigkeit ſind. Gewöhnlich ſteht dieſer Flügel in der Mitte des Schattens des Cylinders, in welcher Lage er ganz unwirkſam iſt; iſt es aber nöthig, den einen Durchmeſſer des Schattens zu vergrößern, ſo wird der dazu gehörige Cylinder ſo lange um ſeine Axe gedreht, bis der Flügel aus der Axe des Schattens tritt, und dadurch den Schatten zur nöthigen Breite bringt. Hiebey muß immer der Cylinder auswärts gedreht werden, oder ſo, daß die Zunahme der Breite des Schattens an der äußern Seite deſſelben ſtatt findet, nicht an der innern, wo beyde Schatten an einander grenzen. Durch Hülfe dieſer Flügel können die Größen der Schatten ſo zunehmen, daß ſie das ganze Feld bedecken. Uebrigens müſſen die Cylinder beſtändig genau perpendikulär auf dem Boden des Gehäuſes ſtehen, und mit einer ganz ſchwarzen Farbe überzogen ſeyn.

Um

Um die Lichter mit größerer Genauigkeit und Leichtigkeit dem Photometer nähern, oder mehr davon entfernen zu können, sind mit dem Gestelle, welches das Photometer trägt, zwey lange und schmale, aber starke und feste Tische A und B fest verbunden, in deren Mitte ein ganzer Falz läuft, worin ein beweglicher Schieber C, auf welchen das Licht gestellt wird, durch Hülfe einer Schnur gezogen wird. Diese Schnur ist hinten und vorne an dem Schieber befestigt, geht an jedem Ende des Tisches über Rollen, und unten um einen Cylinder, welcher mit einer Kurbel versehen ist, und dem Ende des Tisches beym Photometer so nahe steht, daß ihn der Beobachter drehen kann, ohne das Auge vom Gesichtsfelde abzuwenden. Diese Einrichtung gewährt folgende Vortheile: 1. kann der Beobachter die Lichter bewegen, wie er es für nöthig findet, ohne dazu einen Gehülfen zu gebrauchen, und ohne selbst das Auge von dem Schatten abzuwenden; 2. ist jedes Licht stets genau in der Richtungslinie, in welcher es seyn muß, damit die Schatten in der Vertikalebene des Photometers in Berührung kommen; und 3. kann die Bewegung der Lichter allgemach und sanft geschehen, ohne auf sie selbst Einfluß zu haben, oder ihren Glanz zu vermehren und zu vermindern.

Diese Tische, welche 10 Zoll breit und 35 Zoll hoch sind, und von welchen der eine 12 und der andere 20 Fuß lang ist, werden unter einem Winkel von 60 Grad gegen einander, und so gegen das Photometer gestellt, daß Linien längst ihrer Mitte gezogen und gehörig verlängert genau in einem Punkte in der Mitte der Vertikalebene oder des Feldes des Photometers zusammenstoßen; von diesem Punkte an wer-

den die Entfernungen der Lichter gemeſſen. Die Seitenwände der Tiſche ſind in Felder getheilt, und ein Vernier, welcher Zehntelzolle zeigt, iſt an jedem Schieber, von welchem die Lichter getragen werden, angebracht.

Auf den Schiebern laſſen ſich die Lichter höher und niedriger ſtellen, um ſie beſtändig in einerley Horizontalebene mit den obern Grundflächen der Cylinder des Photometers zu haben. Damit die Bewegung dieſer Schieber auf dem Tiſche ſo ſanft als möglich ſey, gleiten ſie auf parallelen Meſſingdräthen, die 9 Zoll von einander ſtehen, etwa $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer haben, wohl polirt, und auf dem Tiſche von einem Ende zum andern befeſtigt ſind.

Um mit dieſem Photometer die relativen Intenſitäten des Lichts leuchtender Körper gehörig meſſen zu können, hat der Graf bey der Anwendung derſelben aus der Erfahrung gefunden, daß man dabey folgende Vorſichtsregeln in Acht zu nehmen habe: 1. wenn das ſchwächere Licht von zwey Lampen, deren Intenſitäten verglichen werden ſollen, faſt ſo ſtark iſt, als das einer gemeinen Wachskerze, ſo iſt es am vortheilhafteſten, daſſelbe 30 bis 36 Zoll vom Mittelpunkte des Feldes entfernt zu ſtellen, und ſo verhältnißmäßig näher oder entfernter, je nachdem es ſchwächer oder ſtärker iſt. Denn ſind die Lichter zu nahe, ſo ſind die Schatten nicht gut begrenzt, und wenn jene zu entfernt ſind, ſo ſind dieſe zu ſchwach; 2. iſt es zur Erleichterung der Rechnung vortheilhaft, ein Licht von einem gewiſſen Grade der Stärke als ein Maas anzunehmen, womit alle andere verglichen werden können. Hiezu hat der Graf eine Argandiſche Lampe gewählt, welche eine beträchtliche Zeitlang das Licht

weit

weit gleichförmiger ausströmt, als irgend eine andere Lampe, und noch mehr als irgend eine Kerze. Diese stellt er auf das bewegliche Gestell des Photometers 100 Zoll vom Mittelpunkte des Feldes, nimmt alsdann ein cylindrisches Wachslicht von bekanntem Gewicht und Stärke, welches angezündet, geputzt, und dahin gebracht ist, daß es mit dem größt möglichen Grade von Helligkeit brennt, stellt es der Lampe in einer gewissen gegebenen Entfernung (33 Zoll) gegen über, und zieht hiernächst den Draht der Lampe mehr hinein oder heraus, je nachdem es nöthig ist, bis die correspondirenden Schatten der Lampe und der Kerze genau von einerley Dichtigkeit sind. Alsdann wird die Wachskerze zum fernern Gebrauch aufgehoben. Diese beyden Lichter, nämlich die Argandische Lampe und die Wachskerze, nennt der Graf Probelichter.

Mit diesem Apparate stellte nun der Graf folgende Versuche an:

I. Versuche über die Schwächung des Lichts beym Durchgange durch die Luft.

Es wurden nämlich zwey gleiche, gut geputzte Wachskerzen, welche genau mit einerley Flamme brannten, zusammen auf der einen Seite vor das Photometer gestellt, und ihr verbundenes Licht durch das einer Argandischen Lampe, die gut geputzt war, sehr gleichförmig brannte, und auf der andern Seite stand, geschätzt. Nun erhellet, daß die Intensitäten des vereinigten Lichts beyder Kerzen und des einer einzelnen Kerze bey einer gleichen Schätzung des Probelichts sich gegen einander wie 2 zu 1 verhalten, und in diesem Verhältnisse müßten auch die Quadrate ihrer Entfernungen der Theorie nach seyn, wofern

wofern nicht die atmoſphäriſche Luft der Fortpflanzung des Lichts einen Widerſtand leiſtet. Die Reſultate aus vier Verſuchen waren dieſe

	Quadrate der Entfernungen Mit zwey Kerzen	Mit Einer Kerze
Erſter Verſuch	3696,64	1883,56
Zweyter —	2916	1489,96
Dritter —	2981,16	1576,09
Vierter —	3410,56	1780,84
Das Mittel aus dieſen Verſuchen	3251,09	1682,61

Hieraus ergab ſich alſo ſehr nahe das Verhältniß wie 2 zu 1.

Da es ihm nun auf dieſe Art nicht glücken wollte, einen Widerſtand der Luft bey der Fortpflanzung des Lichts bemerkbar zu machen, und er bey wiederholten Verſuchen gefunden hatte, daß das Licht einer Lampe weit gleichförmiger iſt, als das einer Kerze, ſo nahm er zu dieſen Verſuchen an die Stelle der Kerzen Lampen, und machte noch andere Veränderungen in der Stellung derſelben, die er für fähig hielt, um, wo möglich, den Widerſtand der Luft gegen das Licht in den beſchränkten Grenzen ſeiner Vorrichtung bemerkbar zu machen.

Er verſah ſich daher mit zwey Lampen, einer Argandiſchen, die er mit dem größt möglichen Glanze brennen ließ, und einer andern gewöhnlichen kleinen Lampe, mit einem einzigen, runden und ſehr dünnen Dochte, welche mit einer ſehr klaren, ſtetigen Flamme und ohne bemerkbaren Rauch brannte, aber etwa nur $\frac{1}{25}$ ſo viel Licht gab, als die Argandiſche. Dieſe Lampen wurden gegen einander über vor das Feld des Photometers geſtellt; ihr Licht war im Gleichgewicht, wenn die kleinere in eine Entfernung von

20 Zoll vom Mittelpunkte dieses Feldes gestellt wurde, die größere aber 101 Zoll davon entfernt war. Nun schloß er, daß, wenn das schwächere Licht bis auf 40 Zoll entfernt würde, es auch nöthig seyn möchte, um das Gleichgewicht des Lichts oder die Gleichheit der Schatten auf dem Felde des Photometers herzustellen, das größere Licht 202 Zoll weit davon zu entfernen, wenn nämlich die aus der unvollkommenen Durchsichtigkeit der Luft entspringende Schwächung des Lichts innerhalb der Grenzen dieser Entfernung nicht bemerkbar wäre. Wenn im Gegentheil durch wiederholte Versuche gefunden werden sollte, daß das Gleichgewicht wieder hergestellt würde, wenn das größere Licht noch nicht eine Entfernung von 202 Zoll erreicht hätte, so könnte er dann schließen, daß dieser Effekt sicherlich von der unvollkommenen Durchsichtigkeit der Luft herrühre. Allein so viele Genauigkeit und Vorsicht er bey seinen Versuchen auch gebrauchte, so bestätigten doch die Resultate derselben die Resistenz der Luft gegen das Licht nicht allein nicht, sondern sie zeigten überall keine Resistenz an.

Außer diesen Versuchen stellte er noch eine große Anzahl ähnlicher und in derselben Absicht an; allein sie zeigten insgesammt, daß die Resistenz der Luft gegen das Licht zu unbeträchtlich ist, um bemerkbar zu seyn; und daß das gewöhnliche Gesetz der Verminderung der Intensität des Lichts mit Sicherheit darauf angewandt werden kann.

Daß die Durchsichtigkeit der Luft in ihrem reinsten Zustande sehr groß ist, erhellet offenbar aus den sehr beträchtlichen Entfernungen, in welchen Gegenstände, und selbst schwach erleuchtete, sichtbar sind. Es war ihm keinesweges unerwartet, daß der

Mangel

Mangel vollkommener Durchſichtigkeit in der kleinen Entfernung, in welcher ſeine Verſuche angeſtellt wurden, nicht bemerkbar gemacht werden konnte; gleichwohl glaubte er noch, daß Mittel gefunden werden könnten, um ihre Reſiſtenz gegen das Licht bemerkbar zu machen, und ſie ſogar einer erträglich genauen Meſſung zu unterwerfen.

Eine genaue Beſtimmung der relativen Intenſität des Sonnen- oder Mondenlichts, wenn ſie in verſchiedenen Höhen über dem Horizont, oder wenn ſie von der Höhe und von dem Fuße eines ſehr hohen Berges aus bey ſehr hellem Wetter geſehen werden, würde wahrſcheinlich zu einer Entdeckung des wirklichen Ertrags der Reſiſtenz der Luft gegen das Licht leiten.

II. Verſuche über den Verluſt des Lichts beym Durchgange durch Tafeln und Scheiben verſchiedener Glasarten.

Bey dieſen Verſuchen gebrauchte der Graf zwey gleiche Argandiſche Lampen A und B, welche wohl geputzt waren, und mit ſehr heller glänzender Flamme brannten; ſie wurden gegen einander über vor das Photometer geſtellt, jede in einer Entfernung von 100 Zoll vom Felde des Photometers, und das Licht von B wurde zu gleicher Intenſität mit dem von A, oder ihre Schatten wurden zu gleicher Dichtigkeit gebracht. Nachdem nun die Lampen genau mit einerley Grad von Helligkeit brannten, wurde eine Scheibe feines, helles, durchſichtiges, gut polirtes Glas, wie es gewöhnlich zu Spiegeln gebraucht wird, ſechs Zoll ins Gevierte, vertikal auf einem Geſtell in einem Rahmen, vor die Lampe B, und zwar etwa in einer Entfernung von 4 Fuß davon ſo geſtellt, daß das Licht der Lampe ſenkrecht durch den Mittelpunkt der Scheibe gehen

mußte,

mußte, ehe es auf das Feld des Photometers fallen konnte. Der Erfolg war, daß das Licht der Lampe B bey seinem Durchgange durch das Glas vermindert und geschwächt wurde, und die Erleuchtung der Schatten auf dem Felde des Photometers nicht mehr gleich war, indem nun der der Lampe A zugehörige Schatten durch das Licht der Lampe B weniger stark erleuchtet wurde, als es bey dem der Lampe B zugehörigen durch das unverminderte Licht der Lampe A geschah.

Um nun den Ertrag dieser Schwächung des Lichts der Lampe B genau zu bestimmen, mußte er diese Lampe dem Photometerfelde näher bringen, bis ihr durch das Glas gehendes Licht mit dem direkten Lichte der Lampe A im Gleichgewicht war; dieß geschah, wenn die Lampe B von 100 Zollen zur Entfernung von 90, 2 Zoll vom Felde des Photometers gebracht war. Das Licht wurde also bey seinem Durchgange durchs Glas in dem Verhältnisse $100^2 : 90,2^2$ oder 1 : 0,8136 geschwächt, so daß nicht mehr als 0,8136 Theile des Lichts, welches auf die Glasfläche fiel, durch das Glas hindurchgingen, die andern 0,1864 Theile aber zerstreuet oder verloren gingen. Er wiederholte diesen Versuch verschiedene mal, und fand den Verlust des Lichts bey seinem Durchgange durch diese Glastafel nach einem Mittel aller dieser Versuche 0,1973 Theile der ganzen darauf fallenden Lichtmenge.

Bey einer andern Glastafel von derselben Glasart fand er den Lichtverlust im Mittel 0,1869; durch beyde Glastafeln zusammen nach einer Mittelzahl 0,3184.

Bey einer andern Glastafel von derselben Art, welche aber etwas dünner war, betrug der mittlere Verlust 0,1813.

Bey

Bey einer ſehr dünnen reinen Tafel von hellem weißen Fenſterglaſe war der Verluſt nach der Mittelzahl 0,1263.

III. Verſuche über den Verluſt des Lichts bey ſeiner Reflexion von einem gläſernen Planſpiegel.

Bey dieſen Verſuchen war die Methode faſt die nämliche, wie bey den erwähnten. Die mit heller, glänzender und ſtarker Flamme brennenden Lampen A und B wurden vor das Feld des Photometers geſtellt, und eine davon wurde ſo lange rückwärts und vorwärts bewegt, bis die Erleuchtung der Schatten auf dem Felde des Photometers genau gleich war. Nun wurde die Entfernung der Lampe B gemerkt; die Lampe wurde weggenommen, und ein Spiegel an ihre Stelle gebracht, doch näher gegen das photometriſche Feld zu. Die Lampe wurde ſo geſtellt, daß ihre gegen das Centrum des Spiegels fahrende Strahlen gegen das Photometerfeld zurückgeworfen wurden; wo denn durch mehrere Annäherung oder Entfernung der Lampe vom Spiegel die Erleuchtung des Feldes durch dieſe reflektirten Strahlen ins Gleichgewicht mit der Erleuchtung der Probelampe gebracht wurde. Hierauf wurde die Entfernung der Lampe vom Mittelpunkte des Spiegels, und die Entfernung dieſes vom Centrum des Feldes ſorgfältig gemeſſen und angemerkt. Dieſe zwey Diſtanzen addirt gaben die wirkliche Diſtanz, durch welche die Strahlen gingen, um zum Felde des Photometers zu gelangen.

Da nun bey der Reflexion beſtändig ein Verluſt von Licht iſt, ſo iſt klar, daß die reflektirten Strahlen geſchwächt zum Felde des Photometers kommen mußten, und daß folglich die Lampe, um dieß Feld durch dieſe

diese reflektirten Strahlen eben so stark zu erleuchten als durch die direkten Strahlen derselben Lampe, näher gebracht werden mußte. Es ist ebenfalls klar, daß das Verhältniß der Quadrate dieser Entfernungen der Lampe, wenn ihre Strahlen direkt, und wenn sie nach der Reflexion auffallen, bey gleicher Erleuchtung des Feldes des Photometers ein genaues Maaß des Verlusts des Lichts bey der Reflexion ist.

Die folgende Tafel zeigt die Resultate von fünf Versuchen mit einem kleinen aber vortrefflichen von Ramsden gemachten, Glasspiegel. Dieser Spiegel, welcher einen Theil eines optischen Werkzeugs ausmacht, ist 7 Zoll lang und 5½ Zoll breit.

Um die Vergleichung der Resultate der Versuche zu erleichtern, wurde die Lampe B beym Anfange jedes Versuchs in ein Entfernung von 100 Zoll gestellt, und die Probelampe gehörig bewegt, um die Gleichheit der Schatten hervorzubringen.

Versuche.	Einfallswinkel.	Entfernung des Centrums des Spieg. vom Centrum des Feldes.	Entfernung der Lampe vom Centrum des Spiegels.	Wirkliche Entfernung der Lampe, oder Länge der Strahlen.	Verlust des Lichts bey der Reflexion.
		Zoll	Zoll	Zoll	Theile
1.	60°	40	40,8	80,8	0,3472
2.	85	—	41	81	0,3439
3.	45	—	41,5	81,5	0,3358
4.	60	—	39,5	79,5	0,3680
5.	70	—	40,5	80,5	0,3520

Das Mittel dieser fünf Versuche gibt für den Verlust des Lichts 0,3494; und es erhellet also, daß mehr als $\frac{1}{4}$ des Lichts, was auf den besten Glasspie-

gel, der nur gemacht werden kann, auffällt, bey der Reflexion davon verloren geht.

Der Verluſt bey Spiegeln von verſchiedener Beſchaffenheit iſt noch beträchtlicher. Bey einem ganz gemeinen Glasſpiegel war der Verluſt in einem Verſuche 0,4816 Theile; und bey einem andern Spiegel in dem einen Verſuche 0,4548 und in dem andern Verſuche 0,4430 Theile.

Der Unterſchied der Einfallswinkel an der Oberfläche des Spiegels in den erwähnten Grenzen, nämlich von 45° bis 85°, ſchien auf die Reſultate der Verſuche keinen bemerkbaren Einfluß zu haben. Auch fand er durch Erfahrung, daß der Effekt des Unterſchieds der Winkel, unter welchen das Licht gegen die Fläche eines durchſichtigen Glaſes trifft, durch welches es geht, innerhalb den Grenzen von 40° oder 50° bis zur ſenkrechten Richtung nur ſehr unerheblich iſt.

Zuletzt ſtellte der Graf noch ſehr nützliche Verſuche über das Verhältniß zwiſchen der Quantität des verzehrten Oehls und des entwickelten Lichts in einer Argandiſchen und gewöhnlichen Lampe mit Bandocht, Wachskerzen u. dergl. an. Ueberhaupt gab der Gedanke, ein ſehr räumliches Arbeitshaus für arme Leute mit den geringſten Koſten zu erleuchten, dem Grafen die Veranlaſſung zur Erfindung ſeines Photometers.

Auch Herr Leslie x) gibt ein neues Photometer an, welches er auch als Hygrometer gebraucht. Es hat folgende Einrichtung: an das eine Ende (fig.

x) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Vol. III.

(fig. 5.) einer dünnen, 4 bis 8 Zoll langen, durchgängig gleich weiten Röhre, von $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{60}$ Zoll Durchmesser, wird eine Kugel a von schwarz gefärbtem Glase, $\frac{4}{10}$ oder $\frac{6}{10}$ Zoll im Durchmesser, angeblasen, und die Röhre so einwärts gebogen, daß der hinterste Theil der Kugel in gerader Linie mit der ihr zunächst liegenden geradlinigten Seite der Röhre steht. Eine zweyte etwas kürzere Röhre, die mit der vorigen eine gleiche, oder eine etwas größere Oeffnung hat, wird an dem einen Ende so cylinderförmig erweitert, daß dieses cylindrische Behältniß gerade so viel von einer Flüssigkeit in sich faßt, als die erste ganze längere Röhre, und über dieser Erweiterung wird ebenfalls eine Kugel b von gleicher Größe mit der vorigen a, aber von weißem klaren Glase angeblasen; am entgegengesetzten Ende c werden beyde Röhren etwas erweitert, damit man sie hier desto leichter an einander schmelzen könne. Dann füllt man die Kugeln mit Wasserstoffgas, taucht darauf die kürzere Röhre in eine mit Karmin gefärbte Potaschenauflösung, und treibt aus ihr mittelst der Wärme der Hand einige Blasen Wasserstoffgas, so daß sie sich beym Abkühlen mit einer gehörigen Menge Potaschenlauge füllt. Die offenen Röhren werden hierauf vor dem Löthrohre geradlinig aneinander geschmolzen. Das ganze Instrument wird dann in einem verschlossenen Zimmer an die schwarze Kugel aufgehängt, an die längere Röhre eine Interimsskale befestigt, und die untere Kugel in ein Gefäß mit Wasser getaucht. Gießt man kaltes Wasser hinzu, so fällt die obere Fläche der Flüssigkeit bis nahe an die obere Kugel. Der Unterschied dieser beyden Temperaturen, die durch ein Thermometer gemessen, und wonach der von der Flüssigkeit in der Röhre durchlaufene Raum gemessen wird, gibt die

Größe eines Grades. Leslie bediente ſich hierbey der Celſiusſchen Skale, ſo daß alſo jeder Grad des Hygrometers dem tauſendſten Theil des Zwiſchenraums zwiſchen dem Gefrier- und Siedpunkte entſpricht. Darauf wird die ganze Flüſſigkeit in eine der Kugeln zurückgetrieben, und die kürzere Röhre an der Flamme eines Lichts allmählig gebogen, bis ihre Kugel die innere Seite der längern Röhre berührt, ſo daß ſie $\frac{3}{4}$ Zoll weit unterhalb der erſten etwas herabgebeugten Kugel zu ſtehen kommt. Zuletzt theilt man die Skale ab, welche wenigſtens von 50 bis 150° gehen muß, und klebt ſie mit einer Miſchung aus Colophonium und Wachs zwiſchen den beyden Röhren feſt.

Um das Inſtrument zu adjuſtiren, treibt man Luft aus einer Kugel in die andere, bis die Oberfläche der Flüſſigkeit am Anfangspunkte der Skale ſteht.

Herr Leslie verfertigte ein ſolches Werkzeug zuerſt im Herbſte 1797, und er iſt ſeitdem mit ſeiner Einrichtung und Empfindlichkeit ſehr zufrieden geweſen. Die ſchwarze Kugel verſchluckt nämlich das auf ſie fallende Licht, während die letztere es ungehindert durchgehen läßt. Das Licht aber bringt, nach dem Verhältniſſe ſeiner Abſorption, Wärme hervor, es ſey nun, daß es durch ſeine Vereinigung mit Körpern den Wärmeſtoff erſt bildet, oder daß es im Acte ſeiner Verbindung die Wärme nur thätig macht. Obgleich die ſchwarze Kugel beſtändig neue Wärme zugeführt erhält, ſo wird doch ihre Temperatur nicht gleichförmig und beſtändig erhöht werden, weil endlich die umgebende Luft die Wärme genau in dem Maaße fortleitet, wie ſie ſich anhäuft. Daher wird das Fallen der Flüſſigkeit in der Röhre den momentanen Zufluß des Lichts meſſen. Um die unregelmäßigen Einwirkungen

der

der Winde, die das Zerstreuen der Wärme beschleunigen könnten, zu hindern, wird das Instrument in ein cylindrisches, wohl abgerundetes, recht helles hermetisch verschlossenes Glasgehäuse gestellt, welches zugleich den Nutzen hat, durch Hemmung der Cirkulation der umgebenden Luft die Wirkung des Instruments zu verdoppeln. Die Weite dieses Glascylinders ist ziemlich gleichgültig, nur muß er um die Kugeln herum wenigstens $\frac{1}{10}$ Zoll, und oberhalb wenigstens $\frac{1}{2}$ Zoll vom Photometer abstehen. Die Größe und Gestalt desselben sind von so geringem Einfluß, daß er in einem Recipienten von 2200 Zoll kaum um $\frac{1}{10}$ weniger Wärme, als in einem Recipienten von der vorhin angegebenen Größe erhielt.

Dieß Photometer mißt nicht allein die direkten Strahlen der Sonne, sondern auch das reflektirte Himmelslicht. Für jede Veränderung in der Atmosphäre ist es empfindlich, es zeigt die Zunahme und Abnahme des Tageslichts, und die periodische Vermehrung und Verminderung der Lichtstärke nach der Jahrszeit. Auch dient es, andere Lichtarten zu schätzen. Durch Vergleichung zweyer Photometer ist es leicht, das Verhältniß zu bestimmen, in welchem zwey verschieden gefärbte Stoffe das Licht reflektiren, absorbiren und durchgehen lassen, und zu untersuchen, ob die Lichttheilchen über das Farbenbild des Prisma überall mit gleicher Intensität zerstreuet werden. Ferner mißt dieses Photometer die Lichtmenge, welche verschiedene durchsichtige Körper durch sich hindurchlassen, oder welche von polirten oder rauhen Oberflächen bey verschiedenen Einfallswinkeln reflektirt und absorbirt wird.

Ueber die Vergleichung der Lichtſtärke der durchs Prisma zerlegten Farben hat Herr Herſchel[y]) zuerſt Unterſuchungen angeſtellt. Bey ſeinen vielfachen Verſuchen über die vortheilhafteſte Art, wie man die Sonne mittelſt großer Teleſkope am beſten beobachten könne, bediente er ſich mancherley Zuſammenſetzungen verſchieden gefärbter Dampfgläſer. Merkwürdig ſchien ihm hiebey der Umſtand zu ſeyn, daß er bey einigen derſelben eine Empfindung von Wärme im Auge verſpürte, wenn ſie gleich nur wenig Licht gaben; andere hingegen bey ungleich mehrerem Lichte eine kaum merkliche Wärme erregten. Da alſo in dieſen verſchiedenen Verbindungen der Dampfgläſer das Sonnenbild in ſo verſchiedenen Farben erſchien; ſo kam er auf den Gedanken, daß die wärmende Kraft vielleicht ſehr ungleich in den prismatiſchen Farbenſtrahlen vertheilt ſeyn möchte, und da er es für ſehr erlaubt hielt, dieſen Zweifel zu hegen, ſo glaubte er ihn auch auf die gleichförmige Vertheilung des Lichts ausdehnen zu dürfen. So entſtand alſo die Frage, ob nicht gewiſſe Farben eine größere Fähigkeit beſitzen, Wärme hervorzubringen, andere hingegen bey einer ſtärker erleuchtenden Kraft mehr für das Sehen geeignet ſind?

Bey der Unterſuchung der erleuchtenden Kraft der Strahlen von verſchiedener Farbe hatte er ſich zweyerley Geſichtspunkte erwählt. Der erſte betraf das Leuchten ſelbſt, der zweyte aber die Fähigkeit der Strahlen, Deutlichkeit im Sehen zu bewirken, und wenn ihm gleich keine beſondere Urſache vorhanden

zu

y) Philoſoph. Tranſact. for the year 1800. n. 13. 14. P. I. Des Herrn Herſchels Unterſuchungen über die Natur der Sonnenſtrahlen, aus dem Engl. überſetzt von C. L. Harding. Iſtes Heft. Celle 1801. 8.

zu seyn schien, warum beyde nicht zugleich bestehen könnten, so glaubte er doch, daß man auf beyde genau achten müsse.

Zu dieser Untersuchung fand er das Mikroskop als das bequemste Werkzeug. Ihm schien es am zweckmäßigsten, bloß undurchsichtige Objekte zu betrachten, weil er hiebey keine Beugung der Lichtstrahlen zu befürchten hatte.

Er brachte unter ein doppeltes Mikroskop ein Objekt mit sehr zarten Theilen, und setzte ein Prisma so ins Fenster, daß das farbige Bild der Sonne stillstehend auf dem Tische erhalten ward, auf dem das Mikroskop stand, und ließ nach und nach die Stellen von verschiedenen Farben auf das Objekt fallen, indem er das Mikroskop successiv in ihr Licht schob. Das Mikroskop vergrößerte 27mal.

So oft er die Erleuchtung durch Zulassung eines andern Farbenstrahls veränderte, mußte er wegen der verschiedenen Brechbarkeit der Strahlen das Instrument immer von neuem richten.

Er fand, daß sein Objekt in den rothen Strahlen sehr gut zu sehen war, besser aber erschien es in den orangefarbigen, und noch besser in den gelben Strahlen; völlig so gut in den grünen, nicht so schön in den blauen; mittelmäßig gut in den Indigblauen, und wenig deutlich in den violetten Strahlen.

Um seinen Versuchen mehr Mannigfaltigkeit zu geben, bereitete er sich mehrere Materialien zur Beobachtung, nämlich: rothes Papier, grünes Papier, ein Stück Messing, einen Nagel, eine Guinee, und schwarzes Papier. Hiebey wandte er nun eine 42malige Vergrößerung an.

Auf dem rothen Papiere erblickte er in den rothen Strahlen einen hellen Punkt nahe bey einem zufällig im Papiere befindlichen ſchwarzen Flecken. In dem Zwiſchenraume zwiſchen jenem hellen Punkte und dem ſchwarzen Flecken waren mehrere feine Punkte zu erkennen. In den orangefarbenen Strahlen konnte er ſie noch beſſer ſehen. Jetzt bemerkte er, daß der Lichtpunkt doppelt war. In den gelben Strahlen ſahe er den Gegenſtand noch beſſer, ſo wie in den grünen eben ſo gut. In den blauen Strahlen erblickte er den Gegenſtand ebenfalls gut, in den Indigoblauen aber nicht ſo gut, und in den violetten ſehr unvollkommen.

Auf dem grünen Papiere bemerkte er im rothen Lichte einige feine Punkte, welche ſich zwiſchen zwey glänzenden Punkten befanden; im orangegelben Lichte ſahe er dieſe feinen Punkte beſſer, im gelben noch beſſer, im grünen eben ſo gut, im blauen weniger helle, aber deutlich, im Indigblauen nicht gut, im violetten ſchlecht.

Ein fein abgedrehtes Stück Meſſing zeigte im rothen Lichte verſchiedene feine helle Punkte zwiſchen zwey andern hellen. Die Farbe des Meſſings gab dem rothen Lichte ein orangefarbenes Anſehen. Im orangefarbenen Lichte ſahe er die Punkte beſſer; die Orangefarbe erſchien aber anders, als ſie hätte ausſehen ſollen. Im gelben Lichte waren die Punkte noch deutlicher, und im grünen eben ſo gut; im blauen nicht ſo gut, im Indigoblauen nicht deutlich, und im violetten ſchlecht.

Als er einen Nagel in das rothe Licht brachte, bemerkte er zwey helle Punkte, nebſt einigen andern feinen Punkten, welche im orangefarbenen Lichte viel heller waren; auch waren noch mehrere Punkte ſichtbar.

bar. Im gelben Lichte waren sie noch heller, ja es ließen sich noch mehrere Punkte und Linien erkennen. Im grünen Lichte waren sie völlig so helle wie im gelben; im blauen Lichte waren sie viel weniger helle, im Indigoblauen noch weniger, und im violetten noch weniger, aber doch dabey deutlich.

Eine Guinee betrachtete er in einer Entfernung von 9 Fuß 6 Zoll von dem Prisma. Er brachte das Objekt in die verschiedenen Farbenstrahlen mit Hülfe des von der Guinee geworfenen Schattens. Im rothen Lichte fielen ihm vier ausgezeichnete Punkte auf; im orangefarbenen Lichte waren sie besser erleuchtet und noch besser im gelben. Sämmtliche Punkte im Gesichtsfelde hatten Farben. Einige waren grün, einige roth, andere gelb, noch andere weiß mit einem schwarzen Kreise umgeben. Zwischen Gelb und Grün fiel das Maximum der Helligkeit. Im grünen Lichte waren sie eben so gut erleuchtet, wie im gelben, im blauen geringer, im Indigoblauen schlecht, und im violetten noch schlechter, und das Objekt war nur mit Mühe zu sehen.

Den vorigen Nagel brachte er wieder 8 Fuß vom Prisma entfernt unter das rothe Licht, und bemerkte zwey helle Punkte, zwischen welchen sich mehrere feinere befanden, welche im ganzen Gesichtsfelde roth, aber sehr deutlich waren. Im Orangelichte waren die Punkte besser zu sehen; sie erschienen roth, grün, gelb und weiß, mit schwarzen Einfassungen; im gelben Lichte nahm er noch mehr hellere und feinere Punkte von verschiedenen Farben wahr; im grünen Lichte fand dasselbe statt, mehrentheils waren die Punkte grün und lichtgrün ins weißliche fallend; im blauen und

Indigoblauen war alles ſchlecht erleuchtet, im violetten Licht kaum erleuchtet.

Als ſchwarzes Papier acht Fuß vom Prisma entfernt wurde, war das Objekt im rothen Lichte ſchwer zu erkennen, nur ſehr wenige feine Punkte konnte man wahrnehmen; im orangefarbenen Lichte erſchienen mehrere helle Punkte; im gelben aber unzählige helle und kleine ſchwache Punkte, ſo wie auch im grünen Lichte; im blauen Lichte war alles mittelmäßig erleuchtet; im Indigoblauen war das Objekt nicht zu erkennen, und im violetten Lichte gänzlich unſichtbar.

Aus dieſen gut mit einander übereinſtimmenden Beobachtungen über die einer jeden Farbe eigenthümliche Erleuchtungskraft glaubt nun Herr Herſchel den Schluß ziehen zu dürfen, daß die rothmachenden Strahlen dieſe Eigenſchaft keinesweges in einem hohen Grade beſitzen, die orangefarbenen Strahlen erleuchten die Gegenſtände beſſer; am allervollkommenſten aber die gelben Strahlen. Das Maximum der Erleuchtung liegt in dem helleſten Gelb, oder in dem blaſſeſten Grün. Das grüne Licht macht beynahe eben ſo helle, als das gelbe; vom dunkelſten Grün an nimmt die Erleuchtung ſehr merklich ab. Das Licht der blauen Strahlen iſt beynahe dem der rothen gleich. Die Indigoblauen Strahlen geben viel weniger Licht, als die blauen, und die violetten ſind ſehr ſchwach. Keiner einzigen Farbe ſcheint es an dem Vermögen zu fehlen, die Deutlichkeit des Sehens zu bewirken.

Nachdem Herr Herſchel dieſe ſeine Verſuche bekannt gemacht hatte, bemerkte Herr Carl Wilh. Boeckmann zu Carlsruhe, daß ſein Vater bereits vor 16 Jahren ſich zur Beobachtung der Sonne eine

ſehr

sehr brauchbare Bedeckung aus vier gefärbten Gläsern zusammengesetzt habe, welche man vor das Okularglas schrauben konnte [a]). Die Sonne erschien dadurch in einer Farbe, wie Nachts der Mond, und die etwaigen Flecken waren durch ihre Schwärze wohl zu unterscheiden. Dieses weisliche Licht that dem Auge nicht wehe, und griff dasselbe auch nicht an. Es lagen nämlich vier Glasscheiben über einander, eine hellviolette, eine hellgrüne, eine dunkelgrüne, und eine dunkelblaue.

Durch das hellviolette Glas kann man, wenn es auch dicht auf einer gedruckten Schrift aufliegt, solche doch genau und ohne Anstrengung lesen; das hellgrüne ist noch etwas durchsichtiger. Durch das dunkelgrüne kann man nur mit Mühe die Buchstaben erkennen. Das dunkelblaue Glas ist am undurchsichtigsten; man sieht zwar, wenn es die Schrift berührt, noch eine Spur davon, sie ist aber nicht mehr lesbar. Hält man hingegen dieses Glas nahe vor das Auge, und die Schrift in einiger Entfernung davon, so läßt sich diese ganz deutlich erkennen. Diese Gläser liegen in folgender Ordnung über einander: zunächst dem Auge ist das hellgrüne, dann kommt das dunkelblaue, und endlich das hellviolette. Hält man diese so verbundenen Gläser so nahe als möglich vor das Auge, so kann man bey Tage kaum noch einige weiß erleuchtete Wolken, weiß angestrichene Häuser u. s. w. von andern dunkeln Gegenständen unterscheiden.

Noch in demselben Jahre 1800 hat Herr Herschel noch drey Aufsätze in der königlichen Gesellschaft zu London abgelesen, in deren dritten er Versuche über den Licht- und Wärmeverlust beym Durchgange der Licht-

a) Gilberts Annalen der Physik. B. X. S. 360.

Lichtſtrahlen und der Wärmeſtrahlen durch verſchiedene gefärbte Gläſer und andere durchſichtige Mittel anführt. Er folgert hieraus, daß beyde, die Wärme- und Lichtſtrahlen, ganz verſchiedenen Verwandtſchaftsgeſetzen unterworfen, und folglich beyde ihrer Natur nach verſchieden ſeyn müſſen.

Indeſſen fand Herr Herſchel einen ſtrengen und bittern Gegner an Herrn John Leslie a). Ueber den letzten Aufſatz des erſtern, welcher größtentheils aus Verſuchen über die Lichtmenge, welche gefärbte Gläſer durch ſich hindurch laſſen, beſteht, bemerkt letzterer, daß ſolche Verſuche in phyſikaliſcher Hinſicht ohne Werth wären, wenn nicht alle Umſtände aufs genaueſte angegeben wären, und ſie überſehe Herſchel gänzlich. Die Dicke, die Miſchung der Gläſer, und die Intenſität ihres Schattens ſey dabey von weſentlichem Einfluſſe; die hindurch gelaſſenen Farben hätten, um ihre Tiefe zu beſtimmen, mit der von Lambert, Achard und Bürja verbeſſerten Farbenpyramide verglichen werden müſſen; und endlich wäre dabey auf die veränderliche Kraft der Sonnenſtrahlen nach der Höhe der Sonne und dem Luftzuſtande (beſonders ihrer Feuchtigkeit) Rückſicht zu nehmen geweſen, da er in der Kraft des mittäglichen Sonnenlichts auf einander folgender Tage, bey anſcheinend heiterm Himmel, ſehr beträchtliche Unterſchiede gefunden habe. Bey ſehr hellen und dunkeln Farben laſſe ſich der Grad ihrer Erleuchtung wohl ſehr gröblich mit dem Auge ſchätzen; dieſe aber allgemein mit Präciſion durch ihren Contraſt im Auge beſtimmen zu wollen, ſcheine unausführbar, wo nicht ſelbſt ungereimt zu ſeyn. Wie genau

a) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Vol. IV. p. 416. f.

nau könne auch wohl z. B. eine Vergleichung zwischen Grün und Roth ausfallen, die, genau genommen, nicht minder heterogene Dinge als Geschmack und Geruch seyen. Was die Schwierigkeit noch größer mache, sey, daß sich aus der Farbe des Mediums, durch welches das Licht gehe, nicht immer auf die Farbe des hindurchgegangenen Lichts schließen lasse. So z. B. erscheine Sonnenlicht, das durch Pappe, Elfenbein oder weißes Email gehe, je nachdem diese dicker sind, unter allen Nüancen von Gelb bis zum tiefen Roth. Doch wollten wir auch diese Versuche Herschel's als durchaus genau annehmen, so gäben sie doch nicht den mindesten Beweis für seine oder für irgend eine andere Hypothese.

Untersuchungen und Bemerkungen, welche das Sehen betreffen.

Nach einem langen Streite wurde endlich wieder allgemein behauptet, daß die Nervenhaut (retina) wirklich der Sitz des Sehens sey. Vor etwa 12 Jahren entdeckte Herr Sömmering [b]) auf der Nervenhaut des Menschenauges eine Art von länglicht runder Oeffnung, welche ungefähr 2 Linien vom Sehenerven nach den Schläfen zu entfernt ist, $\frac{1}{4}$ Linie im Durchmesser hat mit ausnehmend dünnen Einfassungen, und rund umher einen gelblichen Kreis, etwa 3 Linien im Durchmesser. Sie wird von einer Falte in der Netzhaut bedeckt. Am deutlichsten wird sie einige Tage nach dem Tode bemerkt, weil sich alsdann der Ring umher von einer dunkeln Farbe zeigt. Man ver-

b) Ueber einen gelben Fleck und ein Loch in der Nervenhaut des menschlichen Auges vom Herrn D. Michaelis; im Journal der Erfindungen, Theorien und Widersprüche in der Natur- und Arzneywiss. St. XV. S. 3 ff.

vermuthete daher, daß es dieſe Stelle der Netzhaut ſey, welche gegen das Licht unempfindlich iſt. Indeſſen hat man hierüber verſchiedene Meynungen gehabt: Buzzi und Michaelis glaubten, ſie ſey eine ſehr feine und durchſichtige Stelle der Netzhaut; Sömmering, Meckel und Reil halten ſie dagegen für eine Stelle, an welcher wirklich alle Netzhaut fehlt; und Wildt in Göttingen meynte, die Netzhaut laufe im lebendigen Auge an dieſer Stelle in ein Bündel der feinſten Nervenſpitzen aus, auf welche das Bild im Auge hingeworfen werde; beym Tode zögen ſich dieſe zurück, und dadurch entſtünden die runde Oeffnung und der gefärbte Ring um ſie her.

Home c) äußert folgende Meynung. Bey der Trennung der Glasfeuchtigkeit des Auges von der Netzhaut fand er ſie an dieſer Stelle ſtärker als an den andern anhangend. Indem ſie fortbewegt wird, geht die Netzhaut mit fort, und bildet eine kleine Falte, in deren Mittelpunkt ſich dieſe kleine Oeffnung findet. Die Falte um die Oeffnung entſteht daher erſt beym Präpariren des Auges. Auch fand Home dieſe Oeffnung nicht allein im Menſchenauge, ſondern auch in dem Auge des Affen. Im Ochſen- und Schafauge fand er ſtatt derſelben in der Glasfeuchtigkeit ein halbdurchſichtiges Röhrchen, welches, einem lymphatiſchen Gefäße ähnlich, unmittelbar an der Schlafſeite des Sehnerven über der Netzhaut anfieng, ½ Zoll hoch in die Glasfeuchtigkeit hinaufgieng, und hier

c) An account of the Orifice in the Retina of human Eye, diſcovered by Prof. *Sömmering*. To which are added Proofs of the Appearance being extended to the Eyes of other Animals. by *Everard Home*. Philoſ. Tranſact. for 1798. p. 332—345.

hier sich verlor. Hieraus schließt nun Home, daß alle bisherige Muthmaßungen über den Zweck und Nutzen dieser Oeffnung höchst wahrscheinlich irrig sind, und sie nichts anders als die Mündung eines lymphatischen Gefäßes ist, bestimmt, die verdorbenen Theile der Glasfeuchtigkeit und der Krystallinse abzuführen, um diese beständig fort durchsichtig zu erhalten. Sie könne, sagt er, gar keinen Einfluß auf das Sehen haben, weil der gelbe Ring, der sie umgebe, sich erst mehrere Stunden nach dem Tode zeige, und in der Folge immer dunkler werde, welches schon eine Veränderung des Auges beweise. Selbst der Versuch des Mariotte lasse sich daher nicht erklären, wenn das Bild des betrachteten Gegenstandes auf sie falle; denn die Oeffnung liege nicht so, daß dieß wirklich der Fall wäre. Auch sey die Oeffnung viel zu klein, als daß sie irgend einen Mangel im Sehen veranlassen könnte, da die Blutgefäße, die sich über die Netzhaut hinziehen, viel breiter als diese Oeffnung sind, und doch keinen Theil des Bildes auffangen.

Ueber die zufälligen Farben hat auch Franklin [d]) einige Versuche angestellt.

Beguelin [e]) nahm einmal wahr, als er die tief stehende Sonne im Gesichte hatte, und eine Schrift im Schatten las, daß sich die schwarzen Buchstaben in hellrothe zu verwandeln schienen. Er erklärt diese Erscheinung auf folgende Art: wenn man in dem Falle, da die Sonne das Gesicht bescheint, zur Schwä-

d) New experiments and observations. Lond. 1769.

e) Sur la source d'une illusion du sens de la vue, qui charge le noir de couleur d'ecarlate; in Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Prusse 1771. p. 8.

Schwächung des Lichts die Augen ſchließt, und der Glanz der Sonne durch die mit Blut angefüllten Augenlieder fällt, ſo wird dadurch auf der Netzhaut die Empfindung der rothen Farbe zuwege gebracht.

Vorzüglich lehrreich handelt Robert Waring Darwin [f]) von den zufälligen Farben. Er nennt die Eindrücke, welche geſehene Gegenſtände im Auge zurücklaſſen, Spectra im Auge, die er unter folgende vier Claſſen bringt: 1. ſolche, welche von allzugroßer Thätigkeit, 2. welche von dem Mangel der Empfindlichkeit der Netzhaut herrühren, 3. directe Spectra, welche mit den beobachteten Gegenſtänden gleiche Farbe, und 4. inverſe oder reverſe, welche von denſelben verſchiedene Farben zeigen, und welche letztere Büffon zufällige Farben nannte. Dieſe Benennung hielt Darwin für unſchicklich, weil dergleichen Erſcheinungen gewiſſen beſtimmten Geſetzen folgen, welche er zu entdecken ſich bemüht. Aus ſeinen ſehr mannichfaltig abgeänderten Verſuchen glaubt Darwin folgern zu können, daß die Netzhaut beym Sehen ſich nicht im leidenden, ſondern im thätigen Zuſtande befinde; vielleicht ſey ſie ſogar mit Muskelfibern verſehen, erhalte Reitz vom Lichte, und gerathe durch verſchiedene Grade des Reitzes in fortdauernde krampfhafte Bewegung von der einen oder von der entgegengeſetzten Art, die mannichmal aufhören, mannichmal wiederkommen, und bey allzuheftigem Reitze in einen lang anhaltenden krampfhaften Zuſtand übergehen können.

Auch

f) Philoſ. Tranſ. Vol. LXXVI. überſ. in Groſſe Magazin für die Naturgeſchichte des Menſchen. B. II. St. 2. Leipz. u. Zittau 1789. S. 66 — 138.

Auch Flangergues [g]) hat in einem der mathematischen Classe des Nationalinstituts überreichten Aufsatze einige Bemerkungen über die zufälligen Farben gemacht. Die Erscheinung, bey welcher die schwarzen Buchstaben eines Buchs, das man in einer gewissen Lage gegen die Sonne ließt, rothe Farben anzunehmen scheinen, schreibt er der Wirkung der Sonnenstrahlen zu, welche durch die obern Augenwimpern fahren, und nach dem Hintergrund des Auges gehen, den sie erleuchten.

Die Meynung, daß das Auge ein Vermögen besitze, die Krystalllinse flacher und erhabener zu machen, nimmt auch Herr Young [h]) an. Die faserige Struktur der Krystalllinse gebe offenbar zu erkennen, daß das Auge erhabener werden, oder aus der biconvexen Form sich mehr der Kugelgestalt nähern könne, so daß die Halbmesser ihrer Krümmungen kleiner werden, wodurch folglich auch die Entfernung des Bildes von der Krystalllinse kleiner wird. Mit dieser Veränderung lasse sich auch eine andere sehr wohl gedenken, woraus auch die Deutlichkeit des Sehens in verschiedenen Entfernungen erklärt werden könne, nämlich eine größere oder geringere Zusammendrückung der harten Haut durch die Augenmuskeln, wodurch zugleich die Hornhaut erhabener werden könne.

Als vorzügliche Folgen der Fehler des kurzsichtigen und weitsichtigen Auges führt Adams [i]) besondere

g) Voigt's Magazin. B. I. St. 4. S. 66.
h) Beobachtungen über das Sehen; in Grens Journal der Physik. B. VIII. S. 415 f.
i) An essay on vision &c. Lond. 1789. 8. G. Adam's

dere Lebensarten an. Solche Perſonen, welche bey ihren Geſchäften größtentheils im Freyen ſind, z. B. Landleute, Seeleute u. ſ. ſind gewöhnlich weitſichtig, hingegen diejenigen Perſonen, welche ſich mehr mit nahen und kleinen Gegenſtänden beſchäftigen, z. B. Künſtler, Gelehrte u. d. gl. ſind meiſtens kurzſichtig. Den Grund davon ſetzt Adams darin: das Auge werde eben ſo gut, wie andere Glieder des menſchlichen Körpers, durch Uebung geſtärkt, und durch oftmalige und anhaltende Wiederholung, ſehr weit entlegene oder nahe Gegenſtände zu betrachten, erhielten die Augenmuſkeln eine Fertigkeit und Stärke, bloß in ſolchen gewohnten Entfernungen deutlich zu ſehen. Wenn man alſo das Auge in einem geſunden Zuſtande erhalten wolle, ſo müſſe man abwechſelnd nahe und entfernte Gegenſtände betrachten; wären aber die Augen einmal fehlerhaft geworden, ſo ſolle man ſich bey Zeiten ſchicklicher Gläſer bedienen, um den Fehler nicht noch mehr zu vergrößern, wenn man das Undeutliche gar nicht betrachtete.

Aus ganz andern Gründen ſucht John Stack [k]) die Fehler des Auges zu erklären. Er fand nämlich, daß verſchiedene kurzſichtige Perſonen nahe Gegenſtände durch ein kleines Loch deutlich ſahen, Andere bey zuſammengezogener Pupille auf 2 Zoll weiter leſen konnten, als bey erweiterter Pupille, und daß Vielen auf beyden Seiten erhabene oder auf beyden Seiten hohle Linſengläſer nichts halfen. Weil ihn

Anweiſung zur Erhaltung des Geſichts und zur Kenntniß der Natur des Sehens, a. d. engl. von Friedr. Kries. Gotha 1794. 8.

k) Tranſact. of the Roy. Iriſh Academy. T. II. Dubl. 1788. 4. in Grens Journal d. Phyſik. B. IV. S. 45 f.

ihn nun die gewöhnliche Theorie hier nicht befriedigen kann, so nimmt er an, daß die Undeutlichkeit im Sehen bloß von der fehlerhaft vertheilten Dichtigkeit der Krystallinse herrühre. Diese Krystallinse sey nämlich im gesunden Zustande des Auges in der Mitte am dichtesten, und nehme allmählig gegen den Rand zu an Dichtigkeit ab; dadurch werde aber verursacht, daß die auffallenden Strahlen gegen den Rand der Krystallinse zu weniger als gegen die Mitte derselben gebrochen würden, und eben daher vereinigten sich die gebrochenen Strahlen in Einen Punkt, da sonst bey gleicher Dichtigkeit der Krystallinse diese Strahlen nicht in Einem Punkte zusammen kämen, wodurch die Abweichung wegen der Kugelgestalt wegfiele. Hätte nun die Krystallinse eines Auges in der Mitte die gehörige Dichtigkeit, nehme sie aber gegen den Rand zu nicht gehörig oder zu viel an Dichtigkeit ab, so würden die gebrochenen Strahlen nicht in Einem Punkte wieder vereinigt, und es entstehe dadurch ein undeutliches Bild, welches durch kein auf beyden Seiten erhabenes oder hohles Glas deutlich gemacht werden könne. Die daher entstandene Abweichung wegen der Kugelgestalt werde nun durch Verengerung der Pupille oder durch ein vorgehaltenes Loch in einer Karte vermindert, weil dadurch diejenigen Strahlen, welche von der Mitte der Krystallinse entfernter auffielen, abgehalten, und nur die mittleren durchgelassen würden. Für solche Augen würden folglich concav-convexe Gläser von gehöriger Einrichtung am besten seyn. Wenn jedoch das Sehen durch ein feines Loch in einer Karte nicht deutlicher würde, so entspringe der Fehler aus andern Ursachen, welche in fehlerhaften Feuchtigkeiten oder einer fehlerhaften Netzhaut ihren Grund hätten.

Die Herren Adam's, Lichtenberg [l]) und Büſch [m]) haben zur Erhaltung der Augen verſchiedene gute Regeln gegeben [n]), wovon die vornehmſten folgende ſind.

1. Bey allen Arbeiten ſuche man ein mäßiges nicht zu ſtarkes und nicht zu ſchwaches Licht zu erhalten; denn ein zu ſtarkes Licht blendet die Augen und greift ſie ungemein an; ein zu ſchwaches Licht aber erfordert eine zu ſtarke Anſtrengung. Manche haben dadurch ihr Geſicht verloren, daß ſie zu häufig in die Sonne oder in das Feuer ſahen, andere dadurch, daß ſie aus einer großen Dunkelheit plötzlich ins helle Licht, oder aus dem hellen Lichte plötzlich in die Finſterniß kamen.

2. Man laſſe das Auge nicht zu lange auf ſehr glänzenden Gegenſtänden haften, am wenigſten des Morgens beym Erwachen. Es ſind daher ſolche Schlafzimmer, in welche die Sonne früh ſcheint, und Betten, worin die Augen nach dem freyen Lichte hin gerichtet ſind, dem Auge ſchädlich.

3. Man leſe nie zu kleine Schrift, auch nicht in der Dämmerung oder gar im Dunkeln beym Mondenſcheine, auch beym Lichte nicht, wofern die Augen ſchon fehlerhaft ſind.

4. Wenn man ſich im Dunkeln aufhalten muß, ſo nehme man keine Beſchäftigungen vor, bey welchen

l) Von einigen Pflichten gegen die Augen; im Götting. Taſchenbuch für 1791.

m) Im zweyten Bande ſeiner Erfahrungen. Hamburg 1791. 8.

n) Adam, Büſch und Lichtenberg über einige wichtige Pflichten gegen die Augen, mit Anmerk. von S. Th. Sömmering. Frankf. a. M. 1794. gr. 8.

chen man die Augen brauchen muß. Vorzüglich vermeide man aber beym hellen Tage künstlich gemachte Dunkelheit, wobey das Licht durch Ritzen oder Löcher durchscheint.

5. Wenn weitsichtige Personen sich eines erhabenen Glases bedienen wollen, so müssen sie die möglichst kleinste Entfernung des Objekts vom Auge nehmen, in welcher sie dasselbe ohne Glas noch einiger Maaßen deutlich sehen, damit sie sich nicht beym Gebrauche des Glases noch mehr an die Weitsichtigkeit gewöhnen. Eben so werden auch kurzsichtige Personen die möglichst größte Entfernung des Objekts vom Auge wählen müssen, bey welcher sie dasselbe noch ziemlich deutlich sehen, um sich nicht noch mehr an die Kurzsichtigkeit zu gewöhnen.

6. Vorzüglich gut werden die Augen erhalten, wenn sie Gegenstände von grüner Farbe häufig betrachten können.

7. Die dunkeln Lichtschirme sind den Augen schädlich, weil die Helligkeit des von der innern Fläche zurückgeworfenen Lichts, und die angrenzende Dunkelheit des Schattens zu stark ist. Herr Adam's schlägt zu den Schirmen einen kegelförmigen Trichter von weißem mäßig starken Papiere vor, welcher nicht allein ein hinlänglich starkes Licht auf die Schrift wirft, sondern auch das Auge gegen die Flamme schützt, und das ganze Zimmer nicht so sehr verdunkelt. Herr Büsch räth vorzüglich einen kleinen Schirm von grünem Taffet an, welcher unmittelbar an die Lampe befestigt ist.

Um sich die Fehler der Weitsichtigkeit und Kurzsichtigkeit zu versinnlichen, hat Herr Adam's eine eigene Einrichtung eines künstlichen Auges angegeben.

Dieſes beſteht aus einer hölzernen Kapſel, die ſich auf einem Fußgeſtelle befindet. An der vordern Seite der Kapſel iſt ein Stück gemeines Glas befindlich, welches ſo gemahlt iſt, daß es wie ein Auge ausſieht; in der Mitte bleibt aber ein kleiner Kreis, welcher die Pupille vorſtellt, durchſichtig. Innerhalb der runden Kapſel befinden ſich drey verſchiedene Linſengläſer von verſchiedener Brennweite, wovon nach und nach ein jedes der Pupille gegen über gebracht werden kann. Das eine Linſenglas ſtellt die Kryſtalllinſe im geſunden Zuſtande des Auges vor, das andere nicht ſo ſehr erhabene zeigt den Fehler der Weitſichtigkeit, und das dritte noch mehr erhabene, als das erſte, den Fehler der Kurzſichtigkeit. An dem hintern innern Theile der Kapſel befindet ſich ein mattgeſchliffenes Glas, welches die Stelle der Netzhaut vertritt. Außen vor dem Augenſterne ſind zwey Augengläſer, ein auf beyden Seiten erhabenes und ein auf beyden Seiten hohles, wovon ein jedes willkührlich durch eine Vorrichtung vor den Augenſtern gebracht werden kann. Läßt man nun in einer gehörigen Entfernung von einem Gegenſtande Licht auf den Augenſtern fallen und ruckt die erſte Linſe hinter den Stern, ſo erblickt man auf dem matt geſchliffenen Glaſe das Bild dieſes Gegenſtandes verkehrt, aber deutlich; bringt man aber bey einerley Oeffnung des Objekts die andere Linſe vor den Stern, ſo erblickt man das Bild deſſelben ſehr undeutlich, das jedoch deutlich wird, wenn man das erhabene Augenglas vor die Pupille ruckt; bringt man endlich die dritte Linſe hinter den Stern, ſo iſt abermals das Bild auf dem matt geſchliffenen Glaſe ſehr undeutlich, welches aber wiederum durch Vorbringung des erhabenen Augenglaſes deutlich wird.

In

In der Uebersetzung von Adam's Schrift beschreibt Herr Kries noch eine einfachere Art des künstlichen Auges. Eine hohle Kugel (fig. 7.) abki stellt den Augapfel vor, an deren vordern Seite ab eine erhabene Glaslinse sich befindet, deren Brennpunkt gerade auf ik fällt, und welche die brechenden Feuchtigkeiten des Auges vorstellt. In der Mitte der Röhre lmcd befindet sich ein matt geschliffenes Glas, welches statt der Netzhaut dient. Ist die Stelle dieses matt geschliffenen Glases gerade in ik, so wird auf selbigem ein deutliches Bild abgemahlt, wenn sich vor der Linse ab ein Objekt befindet. Schiebt man aber die Röhre dclm in die innere Höhlung der Kugel hinein, so daß das matt geschliffene Glas in cd kommt, so fällt nun das deutliche Bild hinter das Glas, und es wird daher auf cd undeutlich, wie dieß bey weitsichtigen Personen statt findet; um es nun deutlich darzustellen, wird vor die Linse ab ein erhabenes Augenglas gerückt. Zieht man endlich die Röhre dclm weiter heraus, so daß das matt geschliffene Glas die Lage ef erhält, so liegt das deutliche Bild vor dem Glase, wie bey kurzsichtigen Personen, und die ausgebreiteten Strahlen des Bildes fallen auf das Glas ef und verursachen ein undeutliches Bild, welches durch die Vorrückung des Hohlglases h vor die Linse ab deutlich wird.

Die Frage, warum die Gegenstände aufrecht gesehen werden, da doch ihr Bild auf der Netzhaut verkehrt liegt? hat Kästner °) sehr richtig und vollständ-

o) Hamburgisches Magazin. B. VIII. St. 4. Art. 8. und B. IX. St. 1. Art. 4.

ſtändig beantwortet. Lichtenberg p) urtheilt darüber ſo: derjenige, welcher dieſe Frage aufwerfe, denke nicht daran, was eigentlich aufrecht und verkehrt zu nennen ſey. Wenn man ein Gemählde umkehre, ſo ſtehen die darauf abgebildeten Figuren nur in Beziehung auf andere außer ihm befindliche Gegenſtände verkehrt; auf dem Gemählde ſelbſt aber ſtehen ſie noch immer aufrecht, d. h. ſie kehren immer die Füße gegen den Boden, das Haupt gegen die Decke oder den Himmel. Eben dieſe Bewandtniß habe es mit dem Bilde im Auge. Nur in Rückſicht auf das, was außer ihm ſey, könne man es verkehrt nennen; und nur ein zweytes Auge, welches Bild und Gegenſtand zugleich betrachte, werde die verkehrte Lage des erſtern wahrnehmen. Die Seele betrachte ja aber nicht das Bild durch ein zweytes Auge mit dem Gegenſtande zugleich, mithin käme eine ſolche Beziehung bey der Empfindung des Sehens gar nicht vor. In einer Zeichnung, welche Bild und Gegenſtand zugleich darſtellten, ſtehe freylich jenes gegen dieſen verkehrt; aber bey der Empfindung des Sehens mehrerer Gegenſtände beziehen wir Bilder auf Bilder und alle zuſammen auf das Bild der Erde oder des Bodens, und in dieſer Beziehung ſtehe jede Figur auf der Netzhaut ſenkrecht; nämlich gegen die andere und gegen das Bild des Bodens.

Ob alſo gleich dieſe Frage auf ſolche Art als ungeräumt angeſehen worden iſt, ſo hat doch Adams dieſelbe als räthſelhaft und ſehr ſchwürig wieder angeführt.

Eine

p) Anfangsgründe d. Naturlehre von Erxleben. 6te Aufl. S. 328.

Eine besonders merkwürdige hieher gehörige Erscheinung, die schon längst bekannt war, suchte man in dieser Periode zu erklären. Man bemerkt nämlich in großen, weit ausgebreiteten Ebenen einen Theil der Atmosphäre gegen den Horizont so verdichtet, daß man dadurch gar nichts erkennen kann, die hohen Gegenstände aber ragen darüber hervor; es scheint also, als ob in der Ferne ein großer Teich oder ein großer See sich befände, und die Gegenstände am Horizonte jenseit dieses Wassers lägen. Das Wunderbarste dabey ist aber noch, daß die Bilder der Gegenstände, z. B. entfernter Berge, Städte u. s. sich in diesem scheinbaren See spiegeln, und darin umgekehrt erscheinen, wie die Bäume am Ufer eines Teiches. Diese Erscheinung wird auch oft an den schwedischen Küsten wahrgenommen, und ist daselbst unter eigenen Nahmen bekannt, welche Erhebung und Seegesicht bedeuten, wie Herr Metterling [q]) anführt. Etwas ähnliches hat Andreas Ellicott [r]) am 13ten Octob. 1787. Nachmittags um 3 Uhr am Erie See in Nordamerika beobachtet. Eine entfernte Halbinsel schien über dem Horizont merklich erhaben, und ward öfters doppelt gesehen, mit einer Erscheinung, wie Wasser dazwischen. Beyde Bilder schienen sich bald abzusondern, bald wieder zusammen zu fallen. Diese Erscheinung vergleicht Ellicott mit den Erscheinungen des sogenannten Doppelspaths, und führt an, sie werde dort von den Seeleuten Looming genannt.

Herr

q) Neue schwedische Abhandlungen für 1788. 9ter Band. S. 3.

r) Transact. of the American society held at Philadelphia. Vol. III. 1793. 4. art. 8.

Herr Röding s) führt in dem Artikel, Harige, an, daß harige Luft eine Erſcheinung bedeute, bey welcher das Land in der Luft läge, und ein Theil des Himmels zwiſchen Land und Horizont; gemeiniglich folge darauf Wind. In einer Beſchreibung und Abbildung dieſer Erſcheinung wird von Dickenſon t) gemeldet, daß hieben das Wort Haze (düſter, nebelich) von den Seeleuten gebraucht würde, obgleich bey dem dort abgebildeten Phänomen kein Nebel, ſondern die Luft vollkommen heiter geweſen ſey.

Käſtner u) bemerkt, daß dieſe Erſcheinung noch nicht vollkommen erklärt ſey; es komme aber dabey wohl auf Refraktionen und Reflexionen an. Eine Aehnlichkeit mit dieſer Erſcheinung habe die längſt bekannte Fata Morgana bey Reggio in der ſicilianiſchen Meerenge, wo man über der Küſte verſchiedene Geſtalten in der Luft ſieht, deren Kircher x), und aus ihm Schott y), Pilati z) und Brydone a) Erwähnung thun. Auch wurden dergleichen Luftbilder von Seſtini b) auf dem Aetna wahrgenommen.

Büſch

s) Allgemeines Wörterbuch der Marine. dritte Lieferung. Hamburg 1794. 4.

t) Gentleman's Magazine Jul. 1793.

u) Anfangsgründe der Dioptrik. 4te Auflage 1792. §. 114. VII.

x) Ars magna lucis et umbrae. L. X. P. II. c. I.

y) Magia optica lib. IV. im Anfange.

z) Voyage en differ. pays de l'Europe. à la Haye 1777. p. 220.

a) Reiſen durch Sicilien und Maltha. a. d. Engl. Leipz. 1774. Th. I. Brief 4.

b) Briefe aus Sicilien. Leipz. 1781. 2 Bände S. 22.

Büsch [c]) leitet diese Erscheinung aus der Strahlenbrechung am Horizonte und aus der Reflexion des Lichts ab, wenn es auf glatte Flächen unter einem sehr kleinen Winkel auffällt.

Herr Gruber [d]) stimmt in der Hauptsache mit Büsch überein; er sucht aber noch besonders darzuthun, daß die Erwärmung der Luft am Horizonte die Hauptursache der ganzen Erscheinung sey. Man denke sich nämlich eine durchhitzte Erdfläche (fig. 8.) ab, welche die über ihr liegende Luftschicht bis cd so erwärmt, daß sie der Strahlenlenkung fähig wird, so muß die Luft dicht an der Erdfläche am meisten verdünnt seyn und mithin die Strahlen am stärksten ablenken, und diese Wirkung sich aufwärts bis zur gemeinschaftlichen atmosphärischen Verdickung der Luft allmählig verlieren. Dadurch muß

1. in der Luft eine oscillirende Bewegung entstehen, indem die dünnere Luft hinaufsteigt, und die dickere herabsinkt; sie zeigt sich in der That über jeder Oberfläche, die von der Sonne eine Zeitlang beleuchtet wird.

2. Muß in diesem von unten nach oben sich verdickenden Luftraume eine Strahlenbrechung vor sich gehen, die der gewöhnlichen gerade entgegengesetzt ist. Die gewöhnliche macht die Lichtstrahlen nach oben zu convex, und erhebt die fernen Gegenstände über den Horizont; die ungewöhnliche bricht dagegen die Lichtstrahlen so, daß sie nach unten zu convex werden, und drückt dadurch die Bilder entfernter Gegenstände unter

c) Tractatus duo optici argumenti. Hamb. 1789. 8. I.

d) Physische Abhandlung über die Strahlenbrechung und Abprallung auf erwärmten Flächen. Dresden 1787. 4.

unter den wahren Horizont herunter; und hierin liegt der Grund der ſonderbaren Phänomene, welche bey der irdiſchen Strahlenbrechung vorkommen.

3. Strahlen, wie mgp und lho, welche in dieſem Luftraume bey einerley Beſchaffenheit deſſelben parallel einfallen, müſſen gleichmäßig gekrümmt werden, und ihre Ablenkungsſcheitel gh gleich hoch über dem Erdhorizont liegen. Wird der Einfallswinkel ſpitzer, wie z. B. beym Strahl mfp, ſo nähert ſich der Ablenkungsſcheitel f dem Horizonte, und fällt umgekehrt bey Strahlen, wie mep, die unter ſtumpfen Winkeln einfallen, höher hinauf. Zieht ſich endlich der verdünnte Luftraum bey abnehmender Wärme zuſammen, ſo wird bey unveränderter Lage des Objekts und des Auges jeder Einfalls-, mithin auch jeder Ausfallswinkel ſpitzer. Hieraus erklärt ſich die Erweiterung des Bildes bey niedrigerer Lage des Auges, oder bey Vergrößerung der verdünnten Luftſchicht, ſo wie die Zuſammenziehung des Bildes in den Vertiefungen bey Erniedrigung dieſer Luftſchicht mit abnehmender Wärme.

4. Je mehr ſich das Auge bey unveränderter Höhe des verdünnten Luftraums und bey unveränderter Lage des Objekts erhebt, deſto weiter müſſen die Reflexionen, oder vielmehr die Ablenkungsſcheitel der Strahlen vom Auge abrucken. Denn rückt das Auge o in p hinauf, ſo wird nicht mehr der Strahl mh, ſondern ein mit ihm paralleler lg, der einen entfernten Abprallungsſcheitel hat, durch Refraktion ins Auge kommen, und zwar wird ſich ungefähr verhalten bo : bp = bf : x; daher kommt es, daß das beſchriebene Phänomen auf großen Ebenen bey Erhebung des Auges in die Ferne zu fliehen ſcheint.

5.

5. Wenn sich das Auge ziemlich tief innerhalb des verdünnten Luftraums befindet, so kann alsdann das Strahlenbild auf großen Ebenen sehr hoch über dem Horizont des Auges zu stehen kommen, und mit dem Himmel, der sich darin sehr deutlich spiegelt, vermischt werden. Gruber sah diese so weit ausgedehnte Erscheinung nie nach den mittleren Nachmittagsstunden, sondern meist früh in ganz heitern Tagen, oder um Mittag, nachdem vorher die Sonne einen Nebel niedergeschlagen, und sich der Erdfläche bemeistert hatte, wie das im Frühjahr und Herbst zu geschehen pflegt. Wahrscheinlich war dann der Temperaturunterschied zwischen Erdboden und Luft größer, als nachher, wenn die Luft durch längern Sonnenschein mehr erwärmt, und dadurch ein nach oben sich überall verdünnendes, wenigstens nicht so stark verdichtendes Medium, als es die Erscheinung erfordert, entstanden war.

Selbst die wiederholte Beobachtung, daß sich bey seinen Versuchen mit der erwärmten Eisenstange das Bild durch einen sanften Luftzug vergrößerte, scheint diese Meynung zu bestätigen. Denn der Luftzug kann wohl hiebey nicht anders, als durch das Hinzuführen einer kältern und eben dadurch dichtern Luftmasse über die erwärmte Fläche wirken, wodurch das ablenkende Medium vergrößert und verstärkt wird. Ueberhaupt bemerkte er, daß es bey dieser ungewöhnlichen Strahlenbrechung meistens nur auf den Temperaturunterschied einer Fläche und der atmosphärischen Luft ankomme. Denn er habe sie an der Mauer, an welcher sich ein benachbartes Haus spiegelte, auch zu einer Zeit gesehen, wo die Sonne den ganzen Tag über nicht geschienen hatte, und das Reaumur'sche Ther-

Thermometer auf — $2\frac{1}{2}$ Grad stand. Es ist daher wahrscheinlich, daß man sie über Erd- und Wasserflächen auch des Nachts wahrnehmen könne.

6. Ob ihm gleich bey seinen Versuchen, wo er, so zu sagen, die Natur dieß Schauspiel nach seinem Belieben aufzuführen zwang, dickere oder dünnere Luft, Dünste und Elektricität keinen Einfluß auf das Phänomen zu haben schienen; so möchte er ihnen doch einen solchen Einfluß bey Erd- und Wasserflächen nicht absprechen. Denn hier, wo die Strahlenbrechung im Großen wirkt, giebt eine geringe Ursache schon einen merkbaren Ausschlag. Wenigstens scheint es, daß dickere Luft und Dünste, die der Luft ein anderes Verhältniß in ihren Bestandtheilen geben, einen größern Unterschied der Wärme zwischen der Erdfläche und der Luft veranlassen können.

7. Uebrigens möchte er nicht verkennen, daß nicht in der Natur durch die Temperaturverschiedenheit der Luft, durch die Unebenheiten des Landes, und selbst durch die Verschiedenartigkeit der Luft die Strahlen einen mehr oder weniger geschlängelten Gang annehmen, aus der Vertikalfläche herausgebogen und so gebrochen werden könnten, daß das Verhältniß zwischen den Sinussen der Ein- und Austrittswinkel sehr veränderlich sey.

Herr Woltmann *) hat über diese merkwürdige Erscheinung der sogenannten Spiegelung noch mehrere sehr interessante Beobachtungen und Versuche angestellt, aus welchen er folgert, daß die Spiegelung nur scheinbar ein katoptrisches Phänomen sey, und daß

*) Neue Abhandlungen der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften; B. III. Prag 1798. 4. S. 67 f.

daß es in der That auf keine Zurückwerfung der Strahlen nach den Gesetzen der Katoptrik, sondern lediglich auf eine Brechung derselben beruhe. Weder die Erde, noch das vom Winde bewegte Wasser können als Spiegel dienen, auch ist die Spiegelung viel zu ungleich, als daß sie sich aus einer festen unveränderlichen Spiegelfläche erklären ließe. Eben so wenig wirft eine Luftschicht die Strahlen gleich einem Spiegel zurück. Diese gehen vielmehr durch die Luftschicht hindurch, und werden von ihnen nur gebrochen; und dabey läßt sich dann recht wohl eine Veränderlichkeit im Brechungsverhältnisse denken, welche allein schon der großen Veränderlichkeit des Phänomens zur Erklärung dienen möchte. Auch ist das Phänomen von der Höhe und Niedrigkeit der Meeresfläche abhängig, bleibt also nicht unverändert in einerley Höhe und Luftschicht, wie dieß wohl bey einer katoptrischen Spiegelung der Fall seyn müßte.

Aus seinen Beobachtungen zog Woltmann folgende Resultate:

1. Vom Anfange Februars bis Ende Octobers betrug die mittlere Refraktion

	Morgen	Mittag	Abend
	11″,9	52″,5	67″,8
kleinste —	52″, —	41″,3 —	32″,4
größte	99″,	328″	330″,2

Daher betragen im Durchschnitt genommen die Senkungen oder Depressionen des Morgens am meisten, des Abends am wenigsten; dagegen umgekehrt die Erhebungen des Morgens geringer, des Abends stärker sind. Die größte Erhebung und Erniedrigung sind zusammen 528″ + 28″ = 10′,16″, um so viel scheint man folglich bey geometrischen Höhenmessungen feh-

fehlen zu können, wenn man ſie auf gerade wohl unternimmt, und keine Merkmahle zur Verbeſſerung wegen der jedesmaligen Beſchaffenheit der Strahlenbrechung hat.

2. Was die Spiegelung mit umgekehrten Bildern unterhalb der Gegenſtände betrifft, ſo fand dieſe Erſcheinung bey Gegenſtänden, die über einer Waſſerfläche fort geſehen wurden, ſehr oft ſtatt. Faſt immer, wenn das Haus ſich auf Hochſand ſpiegelte, war es mit den beyden Pfählen in gleicher Höhe, oder unter der Kopffläche des öſtlichen Pfahls geſenkt, ſelten um 1 bis $1\frac{1}{2}$ und nie über 2 Zoll darüber erhaben. Umgekehrt waren alle Erniedrigungen und Spiegelungen des Hauſes und anderer entlegener Gegenſtände über dem Waſſer her begleitet, ſo daß man das Haus ſelbſt und zugleich ein deutliches umgekehrtes Bild unter demſelben ſah.

Wenn dieſe Erſcheinung wirklich auf Strahlenbrechung beruht, ſo läßt ſich wohl nicht annehmen, daß zwey Lichtſtrahlen, welche von Einem Punkte des Objekts ausgehen, in ſenkrechter Ebene bleiben, und in Einem Punkte, nämlich im Auge, wieder zuſammen kommen, folglich zwey Lichtſtrahlen, die ſich in ihrer ganzen Bahn nicht weit von einander entfernen können, eine entgegengeſetzte Brechung leiden, und der eine aufwärts der andere herabwärts gebrochen werden ſollte. Vielmehr ſind dann höchſt wahrſcheinlich ſowohl die Strahlen, durch welche man den entlegenen Gegenſtand, als die, durch welche man das Bild ſieht, unterwärts gebogen, nur dieſe mehr als jene, ſo daß auch das Objekt eine abſolute Erniedrigung in Vergleich der horizontalen Strahlen, durch die es ſonſt geſehen wird, erleidet.

Da

Da nun, so oft das Haus auf Hochsand in oder unter der pro basi angenommenen Linie erschien, oder eine Spiegelung unterwärts statt fand, so war diese Linie nicht gerade, sondern ein wenig unterwärts gekrümmt, und der westliche Pfahl stand etwas höher, als es die gerade Linie durch den First und den vordern Pfahl erfordert hätte. Denn da noch bey $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll Hebung verschiedentlich eine Spiegelung unterwärts statt fand, so möchte die Scheitelplatte des westlichen Pfahls, oder der Nullpunkt, um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll zu hoch gestanden haben.

3. So wie Erniedrigungen mit einer Spiegelung unterwärts, so sind sehr starke Erhebungen auch mit einer Spiegelung oberwärts begleitet. Doch ist dieß Phänomen mit deutlichen vollständigen Bildern sehr selten, und es wurde in 3 Monaten nur 9 mal wahrgenommen; mit unkenntlichen und verworrenen Bildern ist es häufiger, und bey jeder außerordentlichen Hebung, heißer Luft u. s., vorhanden.

Das Bild des Wasserhorizonts erscheint dabey zu oberst in vollkommen gerader Linie, an welcher die Bilder der Häuser, Ufer, Hügel, Mühlen, Bäume u. s. f. unterwärts umgekehrt, wie bey der vorigen Art von Spiegelung, hängen. Zuweilen trennt ein Luftstreifen das verkehrte Bild von dem darunter stehenden Gegenstande; doch stoßen häufiger Bild und Gegenstand zusammen, und vermischen sich so, daß keins von beyden kenntlich ist, und das Ganze wie eine hohe Seeküste, mit vielen senkrechten Strichen, erscheint.

Da es bey dieser Spiegelung oberwärts außer Zweifel ist, daß die Strahlen des Gegenstandes und

des Bildes beyde durch Brechung aufwärts gekrümm werden müſſen; ſo läßt ſich dadurch die Brechun niederwärts bey der untern Spiegelung analogiſc beſtätigen.

4. Die Bilder der Spiegelung unterwärts sin ſehr unbeſtändig und wandelbar; ſie werden bali größer und kleiner, bald in Stücken getrennt, und ſi ſind zuweilen eine Zeitlang in ſteter Bewegung. Ihr ganze Dauer iſt ſelten über 2 Stunden von 3 bis 5 Uhr, oder 4 bis 6 Uhr Abends. Bey den beyden Spiegelungen, oberhalb und unterhalb, iſt noch fol gender optiſcher Betrug zu bemerken: bey der zweyten erſcheinen die Gegenſtände ſelbſt ſehr erhaben, und in der Luft zu ſtehen, ſie ſind aber in der That niedriger, als zu jeder andern Zeit; bey der erſtern hingegen ſcheinen die Gegenſtände ſelbſt ſehr niedrig zu ſeyn, und kaum etwas über dem Horizont, der ſelbſt ſehr erhaben iſt, hervorzuſtehen. Der ganze Gegenſtand iſt aber in der That bey dieſem Phänomen außerordentlich erhaben, obwohl, wie es ſcheint, zuweilen die untern Theile verhältnißmäßig mehr als die höhern, da denn der Gegenſtand niedergedruckt erſcheint. Ob aber bey dieſer Spiegelung oberwärts eine unregelmäßige Strahlenbrechung, vermöge welcher die Strahlen von den untern Theilen des Gegenſtandes die von den obern durchkreuzen, vorgehe, oder überhaupt möglich ſey, und ob dabey ein vollkommenes Bild entſtehen könne; über alles dieß kann Woltmann für jetzt nichts entſcheiden.

5. Mit ſüdlichem und weſtlichem Winde und bey niedrigem Barometerſtande war die Erhöhung der Gegenſtände in der Regel ſtärker, als bey nördlichem und öſtlichem Winde und hohem Barometerſtande,

stande, und unter diesen letzten Umständen geht die irdische Refraktion nicht selten in wirkliche Erniedrigung mit Spiegelung herabwärts über. Doch ist das Barometer bey dieser Regel zuverlässiger, da sie in Hinsicht des Windes häufige Ausnahmen leidet. Trockene Luft vermindert die Erhöhung der Gegenstände, feuchte Luft vermehrt sie, daher die Spiegelung unterwärts häufiger bey trockener als bey feuchter Luft statt hat. Den stärksten untrüglichsten Einfluß auf die Refraktion hat aber die Wärme. In den beyden Monaten September und Oktober wurde täglich Morgens, Mittags und Abends die Temperatur des Elbwassers und der Luft nahe über der Wasserfläche beobachtet, und es ergab sich aus diesen Beobachtungen, daß allemal, wenn das Wasser 2° Fahrenheit, oder mehr, wärmer als die Luft war, eine Erniedrigung der Strahlen, die sich über die Wasserfläche erstreckten, und eine Spiegelung herabwärts statt fand. War hingegen das Wasser um 2° Fahrenheit kälter als die Luft, so fand Hebung der Strahlen und nie Senkung statt. Diese Regel litt während zweymonatlicher Beobachtung, und bey mehr als 150 Beobachtungen keine einzige Ausnahme. Setzt man aber statt 2° nur 1°, so finden sich davon einige wenige Ausnahmen.

Auch ohne Thermometer kann man oft entscheiden, ob das Wasser oder die Luft wärmer ist. Bey jedem Froste ist so z. B. die Luft kälter als 32°, indeß das Wasser nicht leicht kälter werden kann, ohne sich in Eis zu verwandeln. Eis und Schnee sind beym Frostwetter wärmer als die Luft, und deshalb findet bey solchem Wetter die irdische Refraktion in der gewöhnlichen Bedeutung allemal statt. Beym

Aufſchauen hingegen iſt die Luft wärmer als die Erdfläche, mithin iſt eine wirkliche Hebung der Gegenſtände vorhanden. Im Allgemeinen iſt die Luft im Frühlinge wärmer, im Herbſt und Winter kälter als das Meer. Im Sommer wechſelt dieſes nach den Tagszeiten ab; des Morgens iſt das Waſſer, Mittags und Abends hingegen, ſo lange die Sonne ſcheint, die Luft wärmer, wiewohl ſich hierin nach Verſchiedenheit des Windes und des Barometerſtandes Ausnahmen zeigen. Herr Woltmann dehnte ſeine Beobachtungen auch auf Gegenſtände aus, von welchen die Strahlen längs einer mit Pflanzen bewachſenen Erdfläche fortgingen. Er fand hiebey eine völlige Uebereinſtimmung in der Brechung der Strahlen, die über Waſſer und Land ſtreichen. Der Strahl krümmt ſich allemal ſo, daß er nach der wärmſten Seite zu convex iſt, und die Refraktion iſt deſto größer, je größer die Wärmeverſchiedenheit zwiſchen beyden Materien iſt.

Iſt der Himmel den ganzen Tag bedeckt, oder der Erdboden bey heiterer Luft ſo feucht, daß die Pflanzen ſich durchs Verdunſten abkühlen; ſo iſt es möglich, daß die Refraktion den ganzen Tag über aufwärts convex bleibt. Werden aber Strahlen, die über den feſten Boden hingehen, des Morgens herabwärts convex gekrümmt, ſo muß dieſe Depreſſion gegen Mittag noch zunehmen, oder wenigſtens beſtehen bleiben. Beobachtet man Morgens und Abends Depreſſion, ſo iſt ihre Dauer auf dem feſten Lande an dieſem Tage keinem Zweifel unterworfen, weil ſie hier um Mittag allemal zunimmt; auf der See wird nicht ſelten die Hebung um Mittag am größten.

Sieht man die Sonne oder den Mond auf- oder untergehen, ſo giebt ihre Geſtalt ein untrügliches Merk-

Merkmal, ob Hebung oder Senkung statt findet. Im letzten Falle erscheint die Sonne- oder Mondscheibe nicht rund, sondern in die Länge gezogen. Ein Theil derselben spiegelt sich unterwärts, das umgekehrte Bild kann $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ des Durchmessers betragen, und es ist, als ob an dem auf- oder untergegangenen Theile der Anfang einer andern Scheibe angesetzt wäre.

In Ermangelung anderer Gegenstände kann die Spiegelung der Atmosphäre selbst ein Merkmal der Depression abgeben. Oft, und meist beym heitern Sonnenscheine, sieht man rings umher an der Grenze des Horizonts eine scheinbar wellenförmige Bewegung der Luft, wobey der Gesichtskreis mehr als gewöhnlich eingeschränkt ist. Diese Wellen sind keine wirkliche Luft, da man keinen Stoß von ihnen fühlt, sondern Bilder der Wellen, die den Wanderer ringsum begleiten, aber immer vor ihm fliehen. Ein kleiner niedriger Streifen der Atmosphäre spiegelt sich, so daß der unterste Theil des Bildes zum obern Theile des abgespiegelten Streifen gehört, und in diesem Theile des Bildes ist die scheinbare Aestuation.

Der Herr Baudirector Gruber hat als einen Ansatz zu des Herrn Woltmanns Abhandlung eine Theorie der mit Spiegelung verbundenen Senkung und Hebung der Objekte am Horizonte mitgetheilt. Weil die Depression sammt ihrer Spiegelung abwärts nur alsdann statt hat, wenn die Fläche, worüber sie geschieht, wärmer als die Atmosphäre ist; so muß man ihre Ursache in der durch Wärme abwärts sich verdünnenden Luft aufsuchen, und Wasserdünste können nur, in so fern sie der wärmern Luft mehr Ausdehnung und Spannung geben, etwas dazu beytragen. Hiebey kömmt aber die natürliche Zunahme der Tem-

peratur in niedern und dichtern Luftregionen, ſofer ſie dichter ſind, nicht in Betracht, ſondern bloß d höhere Temperatur in den unterſten Luftſchichten un der darunter liegenden Fläche, durch welche die Schichten dünner als die darüber ſtehenden werden und ſich von oben herabwärts bis zur erwärmten Fläch verdünnen.

Unter dieſer Vorausſetzung iſt die Theorie de Depreſſion und der Spiegelung abwärts eine Folge rung aus dem dioptriſchen Grundſatze, daß die Bre chung aus dem dichtern in das dünnere Mittel vom Perpendikel abwärts geſchieht, ſo daß der Brechungs winkel größer als der Einfallswinkel wird. Was Newton von der krummen Refraktions- und Re flexionslinie der gemeinen Spiegelung ſage: ſi attractio vel impulſus ponatus uniformis, erit ex demonſtratis *Galilei* parabola, gelte hier aus derſelben Urſache nur, daß hier der Refraktionsraum endlich, dort unendlich klein ſey, daher der Strahlengang der Spiegelung in ſehr großen, bey der gemeinen Spiegelreflexion dagegen in unendlich kleinen Parabeln beſtehe. Da die Luft abwärts dünner werde, ſo müßten die tiefer kommenden Strahlen ſtärker gebrochen, und daher unter kleinern Winkeln als die obern reflektirt, mithin die untern Parabeln abwärts convexer als die obern werden. Da nun aus jedem Punkte des Objekts Strahlen nach allen Richtungen ausfahren, ſo ſey es möglich, daß mehrere Strahlen deſſelben Punkts in der Vertikalebene durch das Auge mittelſt verſchiedener Brechungen ins Auge kommen. Machten ſie hier aber einen Winkel, ſo ſehe man den Punkt, aus dem ſie kämen, doppelt, nach ihren Tangenten, einer über dem andern.

So

So lange die Strahlen dabey, ohne sich zu durchkreuzen, ins Auge kämen, erscheine das Objekt jedesmal aufrecht und in seiner natürlichen Lage. Durchkreuzten sie sich aber, so sehe man den Gegenstand verkehrt. Man könne dieß ein Bild nennen, wiewohl fast alles, was nicht durch gerade Linien gesehen werde, ein Bild heißen könnte. Wenn sich das Objekt in den Raum der wachsenden Refraktion einsenke, so könne es eben darin in seinem umgekehrt reflektirten Bilde verkürzt erscheinen. Hierin unterscheide sich die Spiegelung abwärts wesentlich von der gemeinen auf ebenen Flächen, wo alle Reflexionsscheitel in derselben Ebene lägen.

Aus dieser Theorie sucht Gruber die vorzüglichsten Beobachtungen bey der Depression der Gegenstände, und deren untern Spiegelung zu erklären.

1. Die aufrecht stehenden Gegenstände werden niedergedruckt, weil der ganze Sehewinkel wegen des abwärts gekrümmten Strahlengangs sich senkt.

2. Sie verlängern sich nach unten, weil mehrere Strahlen derselben Punkte, die verschiedentlich gebrochen zum Auge gelangen, die Punkte zu Linien verlängern. Beydes ist die Ursache, warum die Gegenstände näher zu kommen scheinen; denn was man tiefer und verlängert sieht, hält man für näher.

3. Die umgekehrt reflektirten Bilder werden abwärts verkürzt, weil die stärkere Refraktion abwärts die Brechungswinkel verkleinert, und diese Verkürzung muß um so sichtbarer seyn, je mehr die Punkte der aufrecht stehenden Objekte oben verlängert werden.

4. Die Grenze der aufrecht ſtehenden Gegenſtände und ihrer verkehrten Bilder iſt auch die Grenze der Verlängerung der Punkte oberwärts, und der Verkürzung der Linie unterwärts. Sie iſt nie ſcharf begrenzt, weil da die Refraktionen und Reflexionen in einander fließen, und ſich um ſo mehr vermiſchen, je größer der Unterſchied der Dichtigkeit oder Wärme über und unter der Grenze iſt.

Die Hebung der Gegenſtände anlangend, ſo iſt dieſe zwar ſicher eine Wirkung der gemeinen Strahlenbrechung, allein die Spiegelung unterwärts ſcheint nicht von dieſer Urſache herzurühren. Denn um ein umgekehrtes, obgleich verwirrtes Bild hervorzubringen, müſſen ſich die Strahlen in ihrem Gange durchkreuzen, welches bey dem gewöhnlichen Zuſtande der Atmoſphäre nie der Fall iſt. Da dieſe Spiegelungen oberwärts nur bey außerordentlichen Hebungen, anfangs etwas genauer, dann aber mit lothrechten undeutlichen Streifen nach den Gegenſtänden herab verlängert wahrgenommen werden; ſo läßt das auf eine größere Erwärmung und darauf beruhende Verdünnung der Luftſchichten, worin die Spiegelung vor ſich geht, ſchließen, wodurch die Strahlen, welche aufwärts convex ſind, noch ſtärker gebogen, und dadurch wieder zu einer dichten darunter befindlichen Luftſchicht herabgebracht werden. Bey größerm Unterſchiede der Dichtigkeit, und größerer Höhe der Luftſchichten, müßten daher die Strahlen ſtärker gekrümmt werden, und hieraus läßt es ſich erklären, wie ſich Strahlen in dieſem Falle durchkreuzen können, welches, ſo oft eine Spiegelung aufwärts erſcheint, nothwendig der Fall ſeyn muß.

Die

Die Verlängerung der verkehrten Bilder gegen die darunter stehenden Gegenstände durch lothrechte Streifen, wodurch die Spiegelung undeutlich werde, zeige offenbar, daß die untern Strahlen des Bildes, wenn sie in das Auge kommen, wieder mehr von der senkrechten Linie als die obern abweichen, und entweder in ihrem zweyten herabgehenden Aste noch einmal und zwar nach unten gekrümmt würden, oder nach stärkern Linien fortgingen; doch so, daß sie sich kreuzten, da sie eine Spiegelung, obschon verwirrte, bewirkten. Beydes sey aber durch einen ordentlichen paraboliſchen Strahlengang schwer zu erklären.

Aehnliche Erscheinungen über sehr ungewöhnliche Horizontalrefraktionen führen Sam. Vince [f]) und William Nathan [g]) an.

Nach Herrn Hube [h]) sollen diese Erscheinungen von der brennbaren Luft herrühren, welche seinem Systeme gemäß in großer Menge in die Atmosphäre aufsteigt, und Wolken und Regen veranlaßt.

Ueber die Weite oder die Grenzen des Sehens überhaupt macht Herr Adams einige Bemerkungen, welche noch angeführt zu werden verdienen. Befindet sich das Auge im Dunkeln, so erkennt es die Gegenstände bey einem geringen Grade von Helligkeit. Gewissen Rechnungen zu Folge würde ein Gegenstand, welchen wir bey Tage in einer Entfernung sehen können, die 3436 mal so groß als sein Durchmesser ist, bey

f) Philoſoph. Transact. for 1799. p. 13. sq.

g) Ibid. for 1798. p. 357-360.

h) Vollständ. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Brief. 30.

bey Nacht in einer hundertmal größern Entfernu noch ſichtbar ſeyn, wenn er eben ſo helle bliebe. S ſehen wir den ſchwachen Schein eines Lichts in ein dunkeln Nacht ſehr weit, ſo wie die Sterne am Hi mel, welche das Tageslicht verdunkelt, oder auch d Sonnenſtäubchen in einem dunkeln Zimmer, welc bey völliger Erleuchtung deſſelben von der Sonne ve ſchwinden. Außerdem wird die Stärke des Sehen durch fremdartige Theile, die in der Luft ſchweben und durch die Dünſte in derſelben eingeſchränkt, in dem dieſe das Licht auffangen. Daher ſcheinen di Himmelskörper am Horizonte ein ſchwächeres Licht z beſitzen, weil ſie durch den ganzen Theil der Atmoſphär geſehen werden, der an der Erde liegt. Berge und Hügel, welche in einer ſehr großen Entfernung bey einem heitern Morgen ſichtbar waren, verſchwinden nach und nach unſerm Auge, wenn bey vorruckendem Tage mehr Dünſte in die Höhe ſteigen. Vorzüglich wird die Deutlichkeit des Sehens durch die wellenförmige Bewegung der Dünſte geſchwächt, welche den Objekten eine gleich zitternde Bewegung mittheilt, und durch das Fernrohr noch merklicher wird. Noch ein anderer Umſtand, welcher auf die Weite des Sehens Einfluß hat, iſt die Größe des Gegenſtandes in Vergleichung mit ſeiner Entfernung. Wenn die Gegenſtände nicht für ſich leuchtende Körper ſind, ſo muß ihr Bild, um merklich zu werden, eine gewiſſe Größe auf der Netzhaut beſitzen. Befinden ſich Gegenſtände auf einem Grunde von anderer Farbe, ſo ſind ſie unter einem weit kleinern Winkel ſichtbar, als die Theile eines zuſammengeſetzten Objekts. Hiebey kommt es vorzüglich auf den Grad der Helligkeit an. So können bey einem geringen Grade mehrere an einander grenzende Gegenſtände ſelbſt unter einem beträchtlich großen

Sehe-

Sehewinkel kaum von einander unterschieden werden. Wenn auch ein Objekt nach der einen Richtung zu klein ist, um erkannt zu werden, so kann es doch nach einer andern Richtung, bey welcher es sich merklich ausdehnt, ins Auge fallen. So sieht man eine lange dünne Stange noch in einer Entfernung, in welcher man ein Viereck von gleicher Breite nicht mehr sieht. Aus dieser Ursache läßt sich ein kleiner Gegenstand eher bemerken, wenn er sich bewegt. Ein kleiner Stern, den man bey Tage oder in der Dämmerung kaum erkennt, wird bemerkbar, wenn man das Fernrohr hin und her bewegt. Uebrigens hängt in allen diesen Fällen das meiste von der Beschaffenheit des Auges ab; einige sind gegen die Eindrücke des Lichts empfindlicher, als andere.

Eine Sache sieht man **deutlich**, wenn ihre Grenzen bestimmt erscheinen, und die Farbe und Lage ihrer Theile genau erkannt werden kann; **hell** hingegen, wenn von ihr Licht genug ins Auge kommt, um erkannt und von andern Sachen unterschieden zu werden. Man muß beydes wohl von einander unterscheiden. In Ansehung der Helligkeit kommt es 1. auf die Lichtmenge an, welche von dem Gegenstande auf den Augensternn fällt, 2. auf die Farbe sowohl des Objekts selbst als der dasselbe umgebenden Körper, 3. auf die Art und Weise, wie das Licht auf das Objekt fällt, oder von demselben reflektirt wird, 4. auf die Weite des Augensterns, 5. auf die Reinheit und Durchsichtigkeit der Feuchtigkeiten des Auges und der gesunden Beschaffenheit der übrigen zum Sehen erforderlichen Theile, und 6. auf die Durchsichtigkeit des Dunstkreises. Zum deutlichen Sehen wird auch eine hinreichende Helligkeit des Gegenstandes, gehörige Größe

des

des Bildes und geſunde Beſchaffenheit des Auges
fordert. Die Weite des deutlichen Sehens hat ein
gewiſſen Umfang, d. i. man ſieht deutlich, wei
gleich die Vereinigungspunkte der Strahlen ein wen
vor oder hinter die Netzhaut fallen, und je größer d
Objekt iſt, deſto größer kann die Entfernung ſey
Dieß beweiſet man durch folgenden Verſuch. M
bringe ein gedrucktes Blatt, auf welchem Buchſtab
von drey bis vier verſchiedenen Größen vorkomme
in eine ſolche Entfernung, daß das Auge ohne A
ſtrengung ſie alle deutlich ſieht, nun läßt ſich annehme
daß jetzt gerade ihre Bilder auf der Netzhaut liege
Bringt man nun das Blatt dem Auge immer näh
und näher, ſo fängt zuerſt der kleinſte Druck an, u
deutlich zu werden, indeß der größere noch deutli
bleibt; ruckt man es noch näher, ſo wird nun der z
nächſt größere Druck undeutlich u. ſ. w.

Der Grund hievon liegt darin, daß bey klein
Objekten die Zerſtreuungskreiſe weit eher ein merklich
Verhältniß zu der Größe der Objekte ſelbſt und zu i
ren Entfernungen von einander erhalten. Ein groß
Druck wird bey gleichen Zerſtreuungskreiſen zw
ſchlechter begrenzt, aber immer noch deutlich gen
geſehen, wenn bey einem kleinern der Zerſtreuung
kreis des einen Buchſtabenſchon in den Zerſtreuung
kreis des andern hineingreift.

Die gewöhnliche Entfernung des deutlichen S
hens iſt nicht leicht anzugeben. Wenn man die klein
Entfernung auf 7 bis 8 Zoll rechnet, ſo iſt dageg
diejenige, in welcher wir gemeiniglich einen groß
und ſchönen Druck leſen, 15 bis 16 Zoll; viel größ
kann man ſie aber nicht ſetzen, da wir doch immer b
müht ſind, Objekte, die wir genau anſehen wolle
na

nahe ans Auge zu bringen, ausgenommen, wenn sie sehr groß sind, und viel auf einmal zu übersehen erfordern. Uebrigens wird von einem Objekte allemal derjenige Theil am deutlichsten gesehen, auf welchen die Augenaxe gerichtet ist.

Eine andere merkwürdige Erscheinung nahm der Herr von Arnim [i]) auf eine zufällige Art wahr. Er sahe nämlich nach einem Lichte durch eine Glasröhre, die an der einen Seite weit war und an der andern sich in eine enge Oeffnung endigte. Er war sehr überrascht, als er das andere Auge öffnete, das Licht doppelt, und die beyden Bilder in einer beträchtlichen Entfernung von einander zu sehen. Er bemühte sich vergebens, diese Erscheinung irgendwo aufgezeichnet zu finden. Dieß bestimmte ihn, sie genau zu betrachten.

1. Sie fand sich nicht bey einem leuchtenden Körper allein, sondern bey einem jeden andern; 2. sie war nicht Folge eines mechanischen Drucks auf das Auge; denn er konnte die Röhre zwey Fuß vom Auge entfernt halten, und die einzige begleitende Veränderung war, daß die beyden Bilder näher an einander ruckten; 3. sie war nicht in der besondern Beschaffenheit einer Seite der Röhre gegründet; denn es hatte keinen Einfluß, wie er auch die Röhre verschieben mochte. Auch an der Durchsichtigkeit lag es nicht; denn er konnte sie unbeschadet von innen und außen mit Papier verkleben. Auch war nicht allein diese Röhre dazu geschickt, sondern jede andere, die nur 2 bis 3 Linien im Durchmesser hatte; 4. selbst die Röhre war nicht nothwendig, sondern wenn er eine Oeffnung von 1 Linie im Durchmesser in Papier schnitt, und mit

i) Gilberts Annalen der Physik. B. III. S. 249. ff.

mit dem einen Auge durch dieſes, mit dem andern unmittelbar nach einem Buchſtaben ſah, ſo erſchien dieſer doppelt. 5. Dieſe Erſcheinung iſt nicht vorübergehend, ſie bedarf auch keines Kunſtgriffs, um zu gelingen, und findet für beyde Augen ſtatt. 6. Das Bild in der Röhre liegt immer nach der Seite des Auges, welches nicht durch die Röhre ſieht; und nimmt man zwey Röhren, eine vor jedes Auge, ſo ſcheinen ſich die Röhren zu durchſchneiden; und ſchließt man dann das erſte Auge, ſo verſchwindet das Bild von der linken Seite und umgekehrt. 7. Das Bild in der Röhre iſt unverändert; es iſt nur trüber, und man ſetzt es daher in eine etwas größere Entfernung. 8. Man zeichne zwey willkührliche Figuren in einer kleinern Entfernung von einander, als in welcher beyde Augen von einander ſtehen, verſtecke die nächſte für das eine Auge durch ein Holzſtück, die andere für das andere Auge durch ein zweytes Holzſtück; ſo wird, wenn immer nur ein Auge geöffnet wird, die erſte Figur dieſſeits des erſten Holzſtücks, die andere dieſſeits des zweyten liegen. Werden hingegen beyde Augen geöffnet, ſo fällt die erſte jenſeits des erſten, die andere jenſeits des andern, und beyde Holzſtücke ſcheinen zuſammenzufallen. 9. Einen Buchſtaben ſahe er durch ein Glas, welches etwa ums Doppelte vergrößerte, mit dem einen und zugleich auch mit dem andern unbewaffneten Auge an; es ſtellten ſich zwey Bilder dar, von welchen das vergrößerte nach der Seite des unbewaffneten Auges lag, ungeachtet es ſelbſt, was merkwürdig war, entfernter zu liegen ſchien, als das andere. 10. Er wählte nun ein ungefähr eben ſo viel verkleinerndes Glas, und fand ebenfalls die Verdoppelung der Bilder; eben ſo lag auch jetzt das verkleinerte Bild auf der Seite des unbewaffneten Auges, und das verklei-

nerte

nerte Bild schien näher zu liegen. Unser Urtheil über die Entfernung in diesem und dem vorhergehenden Falle werde durch die Deutlichkeit bestimmt, daher auch das größere entfernter schiene. 11. Wenn er dagegen durch eine sehr stark vergrößernde oder verkleinernde Glaslinse irgend etwas sah, so blieb nie ein Bild, wenn auch beyde Augen nach dem Gegenstande gerichtet waren, und er konnte willkührlich bald das veränderte, bald das unveränderte Bild durch eine Veränderung, die, nach dem Gefühle, im Innern des Auges vorging, sehen.

Die letztere Erscheinung erklärt von Arnim so: Wir sehen hier den Gegenstand durch die Wirkung der Glaslinse in einer von der wahren verschiedenen Entfernung. Da nun das Bild eines entfernten Gegenstandes nicht so weit hinter die Krystallinse als das Bild eines nähern fällt, zum deutlichen Sehen aber erfordert wird, daß die Spitze des Strahlenkegels auf die Netzhaut fällt; so hat die Krystalllinse das Vermögen, nach dem jedesmaligen Gebrauche ihre Krümmung zu ändern. Da wir aber wahrnehmen, daß alle innere Bewegungen des Auges, Stellung der Axe u. s. w. von beyden Augen zugleich und gemeinschaftlich gemacht werden; so läßt sich auch auf ein gemeinschaftliches Zusammenziehen der Krystalllinse schließen. Ist aber dieß der Fall, so wird bey einem beträchtlichen Unterschiede der Gegenstand für das unbewaffnete Auge nicht sichtbar seyn, insofern er es für das bewaffnete wird, und umgekehrt.

Alle übrige Beobachtungen ließen sich eben so leicht aus angenommenen Bedingungen und Gesetzen des Sehens und des Lichts, aus der Beugung desselben und aus der Ortsveränderung der Gegenstände,

ſtände, die nicht im Horopter liegen, erklären. Das Licht, oder jeder andere Gegenſtand, worauf wir ſehen, liege hier im Horopter, alſo alles andere dieſſeits oder jenſeits; ſo auch die Röhre, das Glas, das Papier, durch welches wir den Gegenſtand ſehen. Die Deutlichkeit und Größe des Gegenſtandes werden durch Beugung in der Röhre und dem Papiere, durch Brechung im Glaſe verändert, der Gegenſtand wird vergrößert oder verkleinert, dunkler oder heller. Die beyden Bilder ſind daher verſchieden, und wir müſſen ſie an verſchiedene Orte ſetzen; da aber das mit bloßen Augen geſehene im Horopter liegt, ſo kann das andere nicht darin liegen, ſondern es muß in der Richtung der ebenfalls nicht im Horopter befindlichen Röhre, des Glaſes oder Papiers ſeyn, und wird ſo auf einen dem andern nicht correſpondirenden Punkt der Netzhaut fallen. Hieraus ſcheine die Erklärung aller beſchriebenen Verſuche unmittelbar zu folgen.

Durch die Beugung an einem Körper, der nicht im Horopter liegt, läßt ſich auch, wie er glaube, die von Scheiner zuerſt beobachtete Verdoppelung eines Lichts in demſelben Auge, wenn es durch eine Karte ſieht, in welcher mehrere Löcher geſtochen ſind, leichter als nach la Motte erklären. Auch erkläre es ſich, wie Rochon, durch Zuſammenſetzung von Glasplatten von verſchiedener Brechbarkeit, einen künſtlichen verdoppelten Kryſtall habe hervorbringen können, und warum Trunkene, und andere, denen ein Auge voll Waſſer ſtehe, ohne Verrückung der Augenaxe etwas doppelt ſehen könnten.

In allen oben erwähnten Stellungen würde ein Gegenſtand immer von beyden Augen deutlich geſehen; dieß ſey der von Gaſſendi und ſpäter von Mönnich

ver-

vertheidigten Behauptung der relativen Ruhe des einen Auges, wenn gleich beyde nach Einem Gegenstande gerichtet sind, wenigstens in so fern entgegen, daß doch beym ersten Anschauen eines Gegenstandes beyde Augen thätig seyen. Sonst würde, wenn man einen Gegenstand durch jene Röhren betrachte, und nun das andere Auge öffne, die Verschiedenheit nicht wahrgenommen werden können. "Wenn ich, sagt Mönnich, beyde offne Augen auf einen und denselben Gegenstand richte, so ist die Richtung des einen Auges von der des andern verschieden." Dieß sey aber der Erfahrung gar nicht gemäß, nach welcher die beyden Augenaxen sich immer unter demselben Winkel nach einem Gegenstande richteten.

Die Versuche, welche Mönnich anführe, bewiesen also nur, daß es bey einigen Menschen der Fall sey, daß sie gewöhnlich nur mit Einem Auge sehen. Der erste Versuch: über einen Gegenstand, der von einem andern dazwischen stehenden gedeckt, mit beyden Augen nicht gesehen werde, und hervortrete, wenn man ein Auge zuhalte, der, wie er selbst sage, nicht Allen gelinge, hatte keinem von denen, die von Arnim um Wiederholung bat, gelingen wollen. Wenn dabey nicht ein Irrthum statt gefunden, daß die Axe des einen Auges beym Zumachen des andern die Lage verändert habe, so sey wenigstens dieser Erfolg ganz subjektiv.

Eben so wenig lasse auch der Erfolg der Janinschen Versuche eine allgemeine Folgerung zu. Janin sahe nämlich durch Brillen von verschieden gefärbten Gläsern nach einem Gegenstande, und sah diesen von der Farbe, die aus dem Vorhalten beyder Gläser vor dem Auge entsteht; es wurde z. B. aus

Blau und Gelb, Grün; aus Blau und Roth, Violet. Herr Walther wiederholte dieſe Verſuche mit gleichem Erfolge, aber Herr Mönnich ſah immer nur eine der beyden Farben und höchſtens nur einen vermiſcht gefärbten Ring. Von Arnim hat ebenfalls dieſe Verſuche wiederholt, und ein dem Janinſchen völlig entſprechendes Reſultat erhalten. So weit er die Gegenſtände mit beyden Augen ſehen konnte, hatten ſie die Farbe der Vermiſchung; der Gegenſtand hingegen, der nur mit einem Auge geſehen wurde, die Farbe des vorgehaltenen Glaſes.

Hieraus folge, daß es noch völlig unerwieſen ſey, daß beym größern Theile der Menſchen gewöhnlich eine relative Ruhe des einen Auges ſtatt finde, daß vielmehr Verſuche dagegen ſeyen; daß hingegen die Verſuche, die bisher zum Beweiſe dienten, nur in der ausgezeichneten Beſchaffenheit der Augen einzelner Menſchen gegründet waren.

Noch hat Herr Young einige hieher gehörige optiſche Fragen beantwortet. Die erſte iſt: welches iſt die Urſache der Strahlungen, die wir an einer Lichtflamme wahrnehmen, wenn wir ſie mit blinzenden Augen betrachten? Weil die bemerkbarſten Strahlungen diejenigen ſind, welche von unten divergiren, und wovon jede mit einer Vertikallinie einen Winkel von etwa 7 Grad bildet; und weil dieſer Winkel demjenigen gleich iſt, welchen die Ränder der Augenlieder beym Schließen mit einer Horizontallinie machen; ſo folgerte Herr Young, daß dieſe Strahlungen durch Reflexion des Lichts von dieſen flachen Rändern der Augenlieder hervorgebracht werden. Die Seitenſtrahlungen werden durch dasjenige Licht bewirkt, welches von den Seitentheilen des Pupillenrandes reflektirt wird,

wird, während der obere und untere Theil der Pupille durch die Augenlieder bedeckt sind.

Die andere Frage ist diese: Wodurch scheinen Funken zu entstehen, wenn das gedrückte Auge im Dunkeln gerieben wird? Wenn man das Auge mit dem breiten Theile eines Fingers auf den opaken Theil etwas drückt, so wird dadurch ein kreisförmiges Bild an derjenigen Stelle, welche der gedruckten gegen über liegt, verursacht; das Licht des Discus ist schwächer, als das des Umfanges. Bewerkstelligt man hingegen den Druck mit einer schmalen Fläche, wie z. B. mit dem Knopfe einer Stecknadel oder eines Nagels, so ist dieß Bild schmal und hell. Wird der vordere Theil des Auges zu wiederholten malen gedruckt, so daß dadurch eine Art von schmerzhafter Empfindung veranlaßt wird, und ein fortdauernder Druck auf die Sclerotica statt findet, während ein ununterbrochener Druck auf die Hornhaut gemacht wird, so bemerken wir mehrentheils äßige Linien, welche einiger Maaßen unter einander verbunden sind, und von jedem Theile des Gesichtsfeldes gegen einen Mittelpunkt, welcher etwas mehr nach außen und höher als die Augenaxe liegt, hinschießen. Alle diese Erscheinungen hat Herr Young aus dem Reitze der Netzhaut am gedruckten Theile herzuleiten gesucht. Das Gemüth beziehe sich nämlich auf die Stelle, von welcher Licht, das durch die Pupille käme, auf diesen Fleck fallen würde. Weil nun dieser Reitz am Umkreise der niedergedruckten Stelle wegen der größern Dehnung am größten ist, so ist auch hier die Erscheinung im Bilde am lebhaftesten. Erhält das Auge zu gleicher Zeit wirkliches Licht, so ist alsdann nur der Umkreis leuchtend, und der Discus dunkel; würde das Auge

an dem Theile, wo das Bild erſcheint, einen Gegenſtand ſehen, ſo wird er ganz unſichtbar und verſchwindet. Die ſtärkere Reitzung durch den Druck vermiſcht alſo die ſchwächere durch wirkliches Licht. Bey der Erſcheinung, welche durch den wiederholten Druck am vordern Theile des Auges entſteht, wird aller Wahrſcheinlichkeit nach hier eine ungleiche Bewegung der verſchiedenen Stellen der Netzhaut, und folglich Reitzung derſelben hervorgebracht, welche das Urtheil erregt, das ſonſt mit der Reitzung von wirklichem Lichte verknüpft iſt [k]).

Erfindung und Verbeſſerung optiſcher Werkzeuge.

Durch die Erfindung der achromatiſchen Fernröhre ſchienen die Spiegelteleſkope etwas von ihrem Anſehen verloren zu haben, da man durch dieſe wichtige Entdeckung Vergrößerungswerkzeuge erhielt, die mit bloßen Linſengläſern eben das leiſteten, ohne eben viel länger als die Teleſkope zu ſeyn. Außerdem aber gewähren bloße Gläſer jederzeit eine weit größere Helligkeit und Deutlichkeit, als die Spiegel, weil bey der Brechung weniger Licht als bey der Reflexion verloren geht; auch ſind die Gläſer ohne Vergleichung dauerhafter als die Spiegel. Indeſſen behielten doch die Spiegelteleſkope ihren Werth, und ſie ſind von den engliſchen Künſtlern Dollond, Ramsden, Nairne, Adams u. a. eben ſo häufig verfertigt und abgeſetzt worden, als vormals.

Im Jahre 1777. theilte Mudge [l]) aus Plymouth eine Anweiſung mit, die beſte Spiegelmaſſe zuſam-

k) Betrachtungen über das Sehen; in Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 415 f.

l) Philoſ. Tranſact. Vol. LXVII. P. I. p. 196. ſqq. überſ. in

zusammen zu setzen, sie zu schleifen und zu poliren, und dem großen Spiegel die parabolische Form zu geben. Er nimmt zur Spiegelmasse 2 Pfund schwedisches Kupfer und 14½ Unzen gekörntes Zinn, wovon er zuerst 14 Unzen mit dem Kupfer zusammenschmilzt, hiernächst den Guß von neuem bey nicht mehr Hitze als dazu nöthig ist schmilzt, die letzte halbe Unze Zinn hinzuthut, und einen Löffel voll Kohlengestübe in den Tiegel schüttet.

Auch Edwardts m) hat eine gute Anweisung zur Verfertigung der Metallspiegel gegeben. Er schlägt eine Composition von 32 Unzen Kupfer, 15 bis 16 Unzen gekörntes Zinn, 1 Unze Messing, 1 Unze Arsenik, und 1 Unze Silber vor, und polirt statt der Zinnasche mit Colrothar.

Da aber die gewöhnlichen Metallspiegel dem nicht wohl zu verbessernden Fehler ausgesetzt sind, daß sie bey veränderter Witterung anlaufen, und sich schwer oder wohl gar nicht wieder reinigen lassen, so ist man doch von Zeit zu Zeit auf den Gebrauch der Glasspiegel wieder zurückgekommen. Es bleibt aber doch gewiß, daß die Glasspiegel eine gewisse Unvollkommenheit besitzen. Deßwegen hat man sich in den neuern Zeiten bemüht, eine Composition zu entdecken, welche dem Anlaufen nicht so sehr ausgesetzt ist, und zugleich eine schöne Politur annimmt. Am besten hat man hiezu die freylich kostspielige Platina gefunden.

in den Leipz. Sammlungen zur Physik und Naturgesch. B. I. St. 5. S. 184 u. f.

m) Directions for making the best composition &c. in Nautical Almanac for 1787. und Auszugsweise in Tralles physikal. Kalender für 1787.

den. Die Herren Morveau, Maret und Durande haben die Platina durch einen Zuſatz von 16 Theilen weiß gepulvertes Glas, 2 Theilen verkalkten Borax und 1 Theil Kohlenſtaub mit Eiſen zuſammengeſchmolzen, und daraus eine ſehr ſchöne Spiegelmaſſe erhalten. Nach den Verſuchen des Herrn Grafen von Sickingen giebt ſie auch mit $\frac{1}{4}$ Eiſen und $\frac{1}{6}$ Gold zuſammengeſchmolzen eine Maſſe, welche ſich ſehr ſchön poliren läßt, und ſelbſt von den mineraliſchen Säuren, dem Weineſſig, dem flüchtigen Laugenſalze, den Schwefeldämpfen und der Schwefelleber nicht angegriffen wird. Rinmann giebt für die beſte Compoſition der Metallſpiegel 2 Theile Meſſing, 1 Theil Kobaltkönig und 1 Theil Arſenik an.

Zu einem unerwarteten Grade von Vollkommenheit hat endlich in den neuern Zeiten der berühmte Aſtronom Friedrich Wilhelm Herſchel die Spiegelteleſkope gebracht. Er erzählt ſelbſt, daß er bey ſeinem Aufenthalte zu Bath eine geraume Zeit hindurch ſich bloß auf theoretiſche Kenntniſſe der optiſchen und mechaniſchen Wiſſenſchaften eingeſchränkt, und keine praktiſche Erfahrungen in ſelbigen gehabt habe. Dieſe erwarb er ſich nach und nach in müſſigen Stunden durch Beſchäftigungen damit, die er zu ſeinem Vergnügen und zu ſeiner Unterhaltung trieb. So verfertigte er ſich ſelbſt verſchiedene 2, 5, 7, 10 und 20 füßige Newton'ſche Teleſkope, außer andern Gregorian'ſchen von 8, 12, 18 Zoll, 2, 3, 5 und 10 Fuß Brennweite. Weil ihm damals die direkte Methode, den Spiegeln jede Figur der Kegelſchnitte zu geben, unbekannt war, ſo mußte er mehrere Spiegel von jeder Sorte vorräthig haben, um ſie ſo gut als er konnte zu vollenden, woraus er dann die beſten

durch

durch Versuche aussuchte, und die andern zum Wiederabschleifen bey Seite legte. Auf diese Weise verfertigte er nicht weniger als 200 siebenfüßige, 150 zehnfüßige, und etwa 80 zwanzigfüßige Teleskope, ohne die Gregorian'schen, oder die von der Construktion des Smith'schen reflektirenden Mikroskops, wovon er auch eine große Anzahl verfertigte. Die Anzahl der Gestelle, welche er für diese Teleskope ausdachte, läßt sich nicht wohl angeben. Er entwarf und zeichnete sie von verschiedenen Gestalten, und führte die aus, die ihm am meisten zu versprechen schienen. Diesen Arbeiten verdankt man das Gestelle zu seinem 7 füßigen Teleskope, das seit 17 Jahren zu seiner jetzigen schicklichen Einrichtung gelangte. Bey diesem Teleskope ließen sich 227, 460, und 932 fache Vergrößerungen anbringen, und er entdeckte damit am 13ten März 1781. den neuen Planeten Uranus. Im Jahre 1781 fieng er an, die Zurichtung zu einem 30 füßigen Teleskop zu machen, und, nachdem er dazu eine schickliche Gestalt ausgedacht und ausgeführt hatte, goß er den Spiegel, welcher 36 Zoll im Durchmesser hatte. Dieser Spiegel sprang aber beym Abkühlen, weil die Composition zu seinem Metall etwas zu spröde war. Er goß ihn zum zweytenmale; allein der Ofen, den er hiezu in seinem Hause erbaut hatte, wurde schadhaft, und das Metall lief ins Feuer. Diese Zufälle verzögerten seine Ausführung, und da die Entdeckung des neuen Planeten ihm bald nachher andere Beschäftigungen gab, so ward sein Unternehmen diesen nachgesetzt. Im Jahre 1783 endigte er einen sehr guten 20 füßigen Reflektor mit einer weiten Apertur, womit er in zwey Jahren eine Menge Entdeckungen am Himmel machte. Dieses Teleskop gab ihm Veranlassung, auf seinen ersten Entwurf

wieder zurückzukommen, und ihn noch mehr zu vergrößern. Der Präsident der königlichen Societät legte denselben dem Könige vor, der ihn auch sehr freygebig unterstützte. Auf solche Art faßte er nun den Entschluß, ein 40 füßiges Teleskop zu Stande zu bringen. Es wurde sogleich an das Holzgeräthe zum Gestelle und zu den Maschinen, um dem Instrumente die nöthige Bewegung zu geben, Hand angelegt. Bey dem ganzen Apparate sind nur gemeine Werkzeuge gebraucht worden. Herr Herschel machte von jedem Theile Zeichnungen, durch die es leicht wurde, das Werk auszuführen, wobey er über die Arbeiten einer jeden Person die Aufsicht selbst übernahm, obgleich mannichmal 40 verschiedene Arbeitsleute dabey angestellt waren.

Während der Zubereitung dieses Gestelles zum Teleskope fieng er die Verfertigung des großen Spiegels an, über dessen Guß, Schleifung und Politur er die Aufsicht übernahm. Nachdem nun der Spiegel seine höchste Politur erhalten, und in das Rohr gestellt war, machte er die ersten Beobachtungen damit am 19ten Februar 1787. Doch datirt er die Vollendung dieses Werkzeuges viel später, indem der erste Spiegel durch Versehen des Gießers gegen die Mitte dünner ausfiel, als die Absicht war, und so wegen der deßhalb entstehenden Schwäche nicht verstattete, ihm eine recht gute Figur zu geben. Ein zweyter Spiegel wurde am 26ten Jan. 1788 gegossen; aber er sprang beym Abkühlen. Am 16ten Februar aber wurde er mit besonderer Aufmerksamkeit auf die Gestalt seiner Rückseite umgegossen, und er fiel von dem schicklichsten Grade der Stärke aus. Am 24ten October wurde er zur ziemlich guten Figur

gur und Politur gebracht, und er beobachtete damit den Saturn. Da er ihm aber noch nicht Genüge leistete, so setzte er die Bearbeitung desselben bis zum 27ten Aug. 1789 fort, wo er auf Fixsterne versucht wurde, und ein ziemlich scharfes Bild gab. Das Bild großer Sterne zeigte ein noch etwas zerstreuetes Licht, was von einigen im Spiegel übrig gebliebenen feinen Rissen herrührte.

Am 28ten Aug. 1789 entdeckte er damit einen Saturnustrabanten, und sah auch die Flecken auf dem Saturn besser, als jemals, wodurch er veranlaßt wurde, die Beendigung des 40 füßigen Teleskops von diesem Tage an zu datiren.

Der Spiegel des Teleskops ist $49\frac{1}{2}$ Zoll im hintern Durchmesser breit, aber wegen des Absatzes an der vordern Seite von $\frac{3}{4}$ Zoll Breite und 1 Zoll Tiefe bleiben für die polirte Spiegelfläche 48 Zoll im Durchmesser. Die Dicke des Spiegels, die allenthalben gleich ist, beträgt $3\frac{1}{2}$ Zoll. Er wog, da er vom Guß kam, 2118 Pfund, und von diesem Gewichte hat er durchs Poliren nur wenig verlieren können. Das Rohr ist aus Eisenblechen zusammengesetzt; seine Länge ist 39 Fuß 4 Zoll, sein Durchmesser 4 Fuß 10 Zoll. Der Brennpunkt des Spiegels ist durch die Stellung desselben etwa 4 Zoll von der untern Seite der Oeffnung des Rohres gebracht, und geht hinaus in die Luft. Dadurch ist Raum für den Theil des Kopfes des Beobachters, der sich über dem Auge befindet, um nicht viel Strahlen, die vom Objekte zum Spiegel ins Rohr treten, aufzuhalten, wenn er auf der Galerie vor der Mündung des Rohres hineinsieht. Durch einen flachen zinnernen Deckel, der an einen eisernen Rand gelöthet ist, kann der Spiegel

genau bedeckt und verschlossen werden. Bey der Entfernung des Beobachters von dem Arbeiter, welcher die nöthigen vertikalen und horizontalen Bewegungen des Apparats besorgt, so wie von dem Assistenten, dem die Beobachtungen mitgetheilt werden müssen, dient ein Sprachrohr, das unter dem Tubus läuft, und mit beyden Zimmern für den Arbeiter und den Assistenten verbunden ist. Auch werden dem ersten durch Glockenschläge die nöthigen Befehle gegeben, und ungeachtet der Complikation der ganzen Maschine versichert Herr Herschel, daß Ein Arbeiter hinreichend ist, die nöthigen Bewegungen hervorzubringen. Die Basis, auf welcher sich die ganze Maschine dreht, hat 42 Fuß im Durchmesser. Herr Herschel hat die Beschreibung dieses Teleskops nach dessen gegenwärtiger Einrichtung selbst mitgetheilt n). Durch 19 Kupfertafeln ist der ganze dazu gehörige Apparat bis auf die kleinsten Umstände genau angegeben.

Dieses 40 füßige Teleskop kann nun erstaunende Vergrößerungen vertragen, nachdem man Okulare von sehr kurzen Brennweiten anwendet. Gleichwohl lassen sich für die Himmelskörper die Vergrößerungen nicht ohne alle Grenzen verstärken. Die stärkste, welche gewöhnlich bey Beobachtungen der Fixsterne angewendet wird, ist 3000 mal, bey den Planeten aber gebraucht man nicht leicht eine Vergrößerung über 500, gewöhnlich nur von 250. Die sehr große Apertur bey diesem Teleskope aber gewährt wegen der ausserordentlichen Menge Licht eine ganz ungewöhnliche Helligkeit mit Deutlichkeit verbunden.

Herr

n) Philos. Transf. P. II. 1795. p. 347. Grens neues Journ. der Phys. B. III. S. 468 f.

Herr Schröter in Lilienthal erhielt von Herrn Herschel zuerst ein Teleskop, dessen Einrichtung er beschrieben °), und mit welchem er nebst noch einem kleinern die wichtigen Entdeckungen im Monde gemacht hat. Die Röhre ist ein achtseitiges Prisma, dessen Länge 7 Fuß $4\frac{1}{2}$ Zoll, der äußere Durchmesser 8 Zoll, und der innere $6\frac{1}{2}$ Zoll beträgt. Gerade so groß ist auch der Durchmesser der polirten Fläche des Spiegels, welcher durch eine eigene Maschinerie die gehörige Stellung und Befestigung im untern Ende der Röhre erhält. In diese Röhre sieht man am obern Ende von der Seite hinein, wo sich die 8 Zoll lange Okularmaschine, welche auch zugleich den Planspiegel hält, nebst dem Sucher befindet. Der Sucher ist 1 Fuß lang, vergrößert 9 mal, und sein Gesichtsfeld fast 4 Grad, zur Noth zeigt er die Jupitersmonden. Er steht nicht oben auf der Fläche des achtseitigen Rohrs, sondern an der schrägen Seite, dem Okularglase so nahe als möglich, und zur Berichtigung seiner Stelle dient ebenfalls eine eigene Maschine. Die nöthige Richtung in der Vertikalfläche wird diesem Werkzeuge in einem hölzernen Stuhle gegeben, in dessen Falzen man einen Rahmen mittelst eines Flaschenzuges auf und niederlassen kann. Außerdem liegt aber auch noch die Röhre auf einer gezahnten Stange, welche sich mit der Hand höher und niedriger stellen läßt, und welche man mit einem Dreher so fein bewegen kann, daß sie durch Eine Umdrehung nur um 0,15 Zoll fortruckt, wodurch das Werkzeug bis auf Sekunden vertikal, und durch eine Schraube ohne Ende eben so fein horizontal gestellt werden kann. Der ovale kleine Planspiegel besitzt im kleinsten Durchmesser

o) Beyträge zu den neuesten astronomischen Entdeckungen. Berlin 1788. 8.

ſer 1,15 Zoll, und ſteht vom großen für Fixſterne um 6 Zoll 10 Linien, für nahe Objekte auf unſerer Erde um 7 Zoll 2 Linien und mehr ab. Die Einſätze der Okulare haben durchgehends nur eine auf beyden Seiten convexe Linſe, die der Deutlichkeit wegen ſehr dünn gearbeitet iſt; hievon iſt aber der erſte Okulareinſatz ausgenommen, welcher 2 Linien beträgt, die aber am wenigſten vergrößern. Damals giengen die Vergrößerungen von 75 bis 1200; Herr Schröter aber hat nachher ſelbſt dazu noch ein Paar ſtärkere verfertigt. Was für eine Vergrößerung bey jedesmaliger Beobachtung am vortheilhafteſten gebraucht werden könne, das hängt von der höhern oder niedrigern Stelle des Objekts, der eigenthümlichen Art ſeines Lichts, der Beſchaffenheit der Atmoſphäre, der Güte des Auges, und ſelbſt der Uebung des Beobachters ab. Beym Saturn hat Herr Schröter die 210 fache, beym Monde die 636 fache anwenden können. In Anſehung des Geſichtsfeldes iſt die Einrichtung ſo, daß man bey 300 facher Vergrößerung einen Raum von 5 Minuten Durchmeſſer überſieht, durch den ein Stern im Aequator in 20 Sekunden Zeit hindurchgeht. Die Wirkung dieſes optiſchen Werkzeuges hält er der des Huygensſchen Objektivglaſes von 123 Fuß Brennweite gleich. Durch dieſes Teleſkop fand Schröter den Saturn im Februar 1790 eben ſo abgeplattet, wie den Jupiter, und ſeinen großen Durchmeſſer in der Ebene des Ringes, welches eine Umdrehung dieſes Planeten um die Axe nach der Richtung dieſer Ebene anzeigt.

Nachher haben es auch die Herren Schröter und Schrader in Kiel durch unabläſſige Mühe dahin gebracht, Newton'ſche Teleſkope von ausnehmender

der Größe und Vollkommenheit selbst zu verfertigen. Nachrichten davon findet man in Herrn Bode's astronomischem Jahrbuche für 1796. Berlin 1793. Nr. 10.

Herr Schröter übersendete im März 1794 die Beschreibung eines von ihm verfertigten 25 füßigen Teleskops der königl. Societät der Wissenschaften zu Göttingen. Das Rohr ist ein achtseitiges Prisma, hat 2 Fuß 4 Zoll äußern Durchmesser, und eine Stärke, daß man 12 bis 13 Centner Last auf beyde Enden bringen, und sie in der Mitte noch vergrößern kann, ohne daß es sich beugt. Durch stark überfirnißtes Segeltuch ist es gegen die Abwechselung der Witterung unterm freyen Himmel geschützt. Der größere Spiegel besitzt eine polirte Fläche von $19\frac{1}{4}$ Zoll im Rohre, und wiegt mit der Fassung ohngefähr 180 Pfund. Seine Figur hat eine so gute parabolische Krümmung erhalten, daß Rand- und Kernstrahlen genau in einem Punkte sich vereinigen, so daß das Teleskop die völlige Oeffnung der polirten Fläche bey 800 bis 1000 maliger Vergrößerung verträgt. Dieser Spiegel bleibt im Rohre durch zwey genau schließende Kapseln gesichert; bey etwa erfolgender Veränderung der Witterung muß er aber nicht so schnell geöffnet werden. Durch 8 Rollen und einen Flaschenzug ist er vor- und rückwärts, auch um seine Axe beweglich.

Das Hauptstativ dieses Teleskops besteht aus einem viereckten Thurme mit Pfählen, ausgemauert, 21 Fuß hoch, 12 Fuß im Durchmesser, welcher in der Mitte eine Säule hat. An seinem obern Theile befindet sich eine Galerie, mit einem 4 Fuß hohen Geländer auf einem Kranze, welcher sich durch Walzenwerk, wie bey den holländischen Windmühlen, horizon-

rizontal rings um die Säule drehen läßt. Auf die Galerie kommt man durch Treppen, und ſie wird zugleich mit dem Teleſkope herum bewegt, das der Beobachter auf ihr nach Gefallen regieren kann. Dieſe Umdrehung geſchieht in einem Kreiſe, deſſen Mittelpunkt in der Mitte des Thurms liegt, durch eine einzige Perſon mittelſt eines kleinen Wagens über einem Kreisringe auf dem Erdboden, deſſen größerer Durchmeſſer = 72 Fuß, und der kleinere = 57 Fuß 4 Zoll iſt. Gleich vor dem Okulareinſatze befindet ſich ein Cabinet 8 Fuß lang und 4 Fuß breit, gegen Wind und Wetter geſichert, mit Schreibtiſch, Sitz, Pendel und was zu den Okulareinſätzen gehört. Die Politur des Spiegels hat Herr Schröter nur mäßig gelaſſen, aus Furcht, daß er verunglücken möchte.

Nicht lange darauf hat auch Herr Schrader in Kiel ein 26 füßiges Teleſkop zu Stande gebracht, und von ſeiner Einrichtung eine eigene Beſchreibung gegeben [p]).

In Paris wird auf der Nationalſternwarte ein Teleſkop von 60 Fuß Brennweite, mithin 20 Fuß länger als Herſchels Rieſenteleſkop, auf Koſten des Staats verfertigt. Der große Spiegel wird aus Platina gegoſſen und 6 Fuß im Durchmeſſer halten. Man kennt jetzt daſelbſt alle Mittel und Vortheile, dieſes in ſo hohem Grade ſtrengflüſſige Metall zu behandeln, zu ſchmelzen, zu gießen, zu ſchleifen und zu poliren. Der Optikus Carrochet hat ſchon ein Teleſkop von 20 Fuß von demſelben Metalle für die Pariſer Sternwarte verfertigt, woran er den kleinen Auffangſpiegel weggelaſſen hat.

Was

p) Beſchreibung des Mechanismus eines 26 füßigen Teleſkops unweit Kiel. Hamburg 1794. 8.

Was die achromatischen Fernröhre betrifft, so giebt Herr Gußmann q) eine Vorrichtung an, bey denselben eine sehr starke Vergrößerung zu erhalten; diese besteht aus einem zusammengesetzten Mikroskope, das statt des Augenglases an einem achromatischen Fernrohre angebracht wird. Bey einem Objektive von 84 Zoll Brennweite und $2\frac{1}{2}$ Zoll Oeffnung konnte man Objekte auf der Erde 1000 fach, und im Monde 2000 fach vergrößert sehen.

Nicholson r) bemerkt, daß man sich wundern müsse, daß die veränderlichste unter allen Vorrichtungen des menschlichen Auges, nämlich die der Oeffnung, bisher noch nie in unsern künstlichen optischen Zusammensetzungen nachgeahmt worden sey, da doch die Betrachtung des Auges zu der wichtigen Entdeckung der achromatischen Fernröhre Veranlassung gegeben habe. Richteten wir das Auge nach dem Fenster oder nach einem andern lichthellen Gegenstande, so ziehe sich die Iris sogleich zusammen; blickten wir dagegen ins Innere des Zimmers oder nach einer dunkeln Stelle, so erweitere sich die Pupille eben so schnell. Wie weit diese Erweiterung bey der äußersten Dunkelheit steige, lasse sich nicht wahrnehmen; in den Fällen aber, die sich beobachten ließen, sey es sicher, daß die Oeffnung der Pupille unter einigen Umständen gegen 30 mal weiter als unter andern sey, und daß sie sich bey der Katze um viel mehr als um das 100fache erweitere. Wir dürften daher, in Uebereinstimmung mit den allgemeinen Gründen, mit Recht schließen, daß die Dunkel-

q) Nachricht von einer Vorrichtung bey Fernröhren zu Bewirkung ungemeiner Vergrößerungen. Wien 1788. 8.

r) Journal of natural philosophy. Vol. I.

kelheit der Fernröhre wahrſcheinlich um vieles zunehmen würde, wenn man ſie mit einer ähnlichen Vorrichtung verſähe.

Jeder Beobachter wiſſe, daß Helligkeit für das künſtliche Sehen eben ſo wichtig, als Vergrößerung ſey. Entfernte Wälder und andere irdiſche Gegenſtände würden bey ſtarken Vergrößerungen, wegen Mangel an Licht, unſichtbar, indeß man ſie bey geringern Vergrößerungen deutlich wahrnehme. Leuchtende Gegenſtände ſehe man bey kleinen Oeffnungen ſehr gut und vollkommen, bey größern farbig, indeß man bey minder lichten Gegenſtänden den ganzen Vortheil größerer Deutlichkeit, der vom hellern Lichte herrührte, mitnehmen könne, da bey ihnen die farbigen Säume zu ſchwach ſeyen, um ſchädlich zu werden. Aus demſelben Grunde komme es, daß häufig achromatiſche Fernröhre, die volles Licht zuließen, beſonders gegen Abend, irdiſche Gegenſtände ſehr viel beſſer als Spiegelteleſkope zeigten, welche weniger Licht zuließen, aber die Bilder mit größerer Genauigkeit zu Stande brächten, dagegen die letztern jene bey Planeten weit übertrafen.

Er meint, es könne einem ſinnreichen Mechaniker keine große Schwierigkeit machen, eine künſtliche Iris zu verfertigen. So z. B. laſſe ſich das Objektivende des Tubus mit einem meſſingenen Ringe umgeben, und in dieſem, in gleichen Entfernungen von einander, acht dünne metallene Dreyecke ſo zwiſchen Glöbchen, unweit einer der Spitzen, befeſtigen, daß durch eine gleichmäßige Umdrehung derſelben die Oeffnung von acht Seiten her verkleinert, und endlich ganz verſchloſſen werde. Doch werde ſich hiebey jeder Mechanis

chaniker, der diese Winke benutzen wolle, selbst zu helfen wissen.

Da bey den gewöhnlichen achromatischen Fernröhren die Farben nur zum Theil aufgehoben werden, so suchte Herr Blair*) durch Versuche Flüssigkeiten aufzufinden, welche durch ihre stärkere Farbenzerstreuung zur Vervollkommnung achromatischer Fernröhre dienen könnten. Er brachte nämlich in den Zwischenraum zweyer unweit von einander stehender biconvexer Linsen von Krownglas die allerconcentrirteste Spiessglanzbutter. Als er nun dieses Objektiv in eine Röhre einsetzte, zeigten sich in der That keine Farben, dagegen erzeugten sich aber große Irregularitäten in der Dichtigkeit dieser stark verdichteten Flüssigkeit, die, als er das Fernrohr nach der Venus richtete, sich durch Lichtstreifen offenbarten, welche nach verschiedenen Richtungen aus der Scheibe der Venus, gleich Kometenschweifen, ausliefen. Durch Verdünnung mit Weingeist und Aether erhielt er zwar die Spießglanzbutter in einem Zustande, in welchem sich kein Metallkalk ferner präcipitirte und die gleichförmige Dichtigkeit unterbrach; allein nun war ihre Farbenzerstreuung nicht stärker, als die der Auflösung des ätzenden Quecksilbersublimats in Weingeist oder Wasser, bey einem Zusatz von etwas Salmiak, oder als die Farbenzerstreuung der wesentlichen Oele, so daß es gleichgültig wurde, welche von diesen Flüssigkeiten man zu dem Objektive anwenden wollte. Bey diesen Flüssigkeiten trat aber nun der schlimme Umstand ein, daß es nicht möglich war,

*) *Nicholson's* journal of natural philosophy. Vol. I. p. 1.

war, mittelst ihrer die Abweichung wegen der Kugelgestalt aufzuheben.

Das leichteste Mittel, welches sich auch durch Versuche bewährte, war, die Gestalt der Krownglaslinsen abzuändern, und die dünnere Flüssigkeit zwischen Linsen einzuschließen, die auf der gegen einander gewandten Seite convex und auf der äußern hohl geschliffen sind. Eine solche zusammengesetzte Hohllinse mit einer convexen Linse aus Krownglas verbunden giebt das achromatische Objektiv. Nachdem Blair nun den Zwischenraum zwischen beyden Linsen, wo eine Lichtschicht sie trennt, mit einer Flüssigkeit von sehr geringer Farbenzerstreuung und von geringerer Brechbarkeit, als das farbenzerstreuende Fluidum, anzufüllen versuchte, und dazu bald rectificirten Weingeist, bald Schwefeläther nahm; so gelang es ihm wirklich, Objektivgläser zu Stande zu bringen, in welchen beyde Arten von Abweichungen der Strahlen gänzlich gehoben wurden, und auf welchen kaum mehr Licht, als bey einfachen Objektivlinsen, verloren ging.

Blair schlägt vor, diese gänzliche Aufhebung aller Farbenzerstreuung durch das Kunstwort: aplanatisch, zu charakterisiren, und Fernröhre mit solchen aplanatischen Objektivlinsen mit dem Nahmen aplanatische Fernröhre zu belegen.

Diese aplanatischen Fernröhre scheinen aber in Deutschland wenig oder gar nicht bekannt geworden und selbst in England nicht sonderlich in Gebrauch gekommen zu seyn, obgleich Nicholson meldet, daß Blair alle Schwierigkeiten in der Ausübung überwunden habe, und daß es bloß Schuld des

Künst-

Künstlers sey, wenn die Physiker noch nicht mit aplanatischen Fernröhren versehen wären.

In Ansehung der zusammengesetzten Mikroskope sind auch welche von 4 und 5 Gläsern verfertigt worden, bey welchen vorzüglich eine stärkere Vergrößerung und ein großes Gesichtsfeld, unbeschadet der Deutlichkeit und Helligkeit, beabsichtigt wurden. Die Theorie derselben hat Euler t) ganz allgemein abgehandelt. Eine kurze Nachricht von zusammengesetzten Mikroskopen hat D. Pelisson u) mitgetheilt. Im Jahr 1777 übergab ein holländischer in Paris wohnender Künstler, Nahmens Dellebare, eine Beschreibung seiner Mikroskope von 5 Gläsern, welche sich in verschiedene Entfernungen von einander mit verwechselten Stellungen bringen lassen, der Akademie der Wissenschaften. Diese nahm sie mit Beyfall auf. Allein Pelisson urtheilt von einem mit 4 Gläsern versehenen Mikroskope dieses Künstlers: daß es von dem Erfinder mit einem marktschreyerischen Tone angepriesen sey, aber nichts vorzügliches an sich habe. Das Gesichtsfeld sey zwar wegen des doppelten Okulars groß, gebe aber sonst wenig Klarheit, und sey dabey unbequem und wandelbar.

Bey den zusammengesetzten Mikroskopen wächst die Helligkeit mit der Oeffnung des Objektivs, und nimmt ab mit dem Wachsen der Vergrößerungszahl. Die

t) Mémoir. de l'Acad. de Prusse 1757. p. 283. 1761. p. 191. 201. und in seiner Dioptrica.

u) Vergleichung der bekanntesten Vergrößerungsgläser in den Beschäftigungen der Berliner Gesellsch. naturforsch. Freunde. B. I. S. 343.

Die Deutlichkeit hingegen nimmt bey erweiterter Oeffnung des Objektivs beträchtlich ab, ſo daß die Schwierigkeit, das Helle und Deutliche zugleich mit ſtarken Vergrößerungen zu vereinigen, bey den Mikroſkopen ungleich ſtärker wird, als bey den Fernröhren. Daher that Euler den Vorſchlag, achromatiſche Objektivgläſer ebenfalls bey den Mikroſkopen zu gebrauchen. Die Beſchreibung einer ſolchen Linſe von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite findet man auch bey Herrn Fuß x); allein Herr Klügel urtheilt dabey, daß kein Künſtler ſo dünne Gläſer zu ſchleifen vermögend ſey, als zur Zuſammenſetzung dieſer Linſe erfordert werden. Denn die Dicke der beyden erhabenen Gläſer müßte nicht über $\frac{2}{100}$ und die des Hohlglaſes nicht über $\frac{1}{100}$ Zoll gehen.

Herr Aepinus y) zu Petersburg hat verſucht, zu zuſammengeſetzten Objektivgläſern im Mikroſkope größere achromatiſche Linſen, etwa zu ſieben Zoll Brennweite, wie bey kleinen Fernröhren zu gebrauchen. Seine Verſuche ſind auch ſehr glücklich ausgefallen. Obgleich ein ſolches Mikroſkop eine beträchtliche Länge haben muß, ſo hat es doch auf der andern Seite den nicht geringen Vortheil, die Erleuchtung des Objekts, wegen der beträchtlichen Entfernung deſſelben von dem Objektive, ſehr ſtark zu erhalten. Eigentlich iſt das Mikroſkop des Herrn Aepinus weiter nichts, als ein weit aus einander gezogenes Fernrohr; daher es auch Adams z) als keine neue Erfin-

x) Umſtändliche Anweiſung, Fernröhre in größter Vollkommenheit zu verfertigen. Leipz. 1778. 4.

y) Deſcription de nouveaux microſcopes inventés p. M. *Aepinus*. à St. Petersb. 1784. 8.

z) Eſſay on the microſcope. Lond. 1787. 4. p. 23.

Erfindung betrachtet, indem es schon längst bekannt sey, daß weit ausgezogene Fernröhre nahe gelegene Gegenstände vergrößerten; er will demselben lieber den Nahmen eines mikroskopischen Fernrohrs geben. Auch führt Adams noch an, daß schon lange vor Aepinus von Martin [a]) kleine achromatische Perspektive hiezu vorgeschlagen worden seyen.

Uebrigens haben die Künstler dem zusammengesetzten Mikroskope in Ansehung der äußern Form und anderer zufälligen Eigenschaften verschiedene Einrichtungen gegeben, welche hier anzuführen zu weitläuftig seyn würde.

Der jüngere Adams beschreibt ein Lampenmikroskop von seines Vaters Erfindung, bey welchem er statt einer gewöhnlichen Lampe die argandische Lampe angebracht hat. Auch giebt von diesem verbesserten Lampenmikroskop des jüngern Herrn Adams der Herr Prof. Schmidt [b]) in Gießen eine Beschreibung nebst der Theorie desselben.

Die gewöhnliche Methode, zu einfachen Mikroskopen Glaskügelchen zu verfertigen, war diese: aus weichem weißen Krystallglase an der Flamme einer Lampe einen Faden zu ziehen, und das Ende desselben zu einem Kügelchen zu schmelzen. Nicholson [c]) bemerkt aber, daß das Krystallglas Bley enthalte, wodurch es beym Ziehen geneigt werde, durch Reduktion des Bleyes undurchsichtig zu werden, wenn man nicht bey

a) Description and use of a polydynamyc microscope.
b) Grens neues Journal der Physik. B. I. S. 297 f.
c) Philosoph. Transact. Vol. LXXXI. P. II.

bey der Behandlung alle Sorgfalt anwende. Er finde, daß das harte Glas, woraus man die Fenſterſcheiben mache, gewöhnlich ganz vortreffliche Kügelchen gebe. Dieſes Glas ſey an den Kanten von einem hellen, ſehr durchſichtigen Grün. Er ſchnitt an der Seite einer Glasſcheibe einen Streifen ab, der noch keinen Zehntel Zoll breit war, und hielt ihn am oberſten Ende ſenkrecht vor die Lampenflamme eines Löthrohrs, ſo daß ſie ungefähr einen Zoll über den unterſten Enden deſſelben ſpielte. Als das Glas ſchmolz, ſenkte ſich der unterſte Theil ungefähr 2 Fuß durch ſein eigenes Gewicht herab, wo es an einem dünnen Glasfaden, der ungefähr $\frac{1}{500}$ eines Zolls im Durchmeſſer haben mochte, hängen blieb. Ein Theil dieſes Fadens an den unterſten blauen Theil der Flamme einer Lampe gehalten, wurde, ohne daß man das Löthrohr brauchen durfte, an ſeinem Ende weißglühend, und ſchmolz hier in ein kleines Kügelchen zuſammen, das man allmählig und regelmäßig gegen die Flamme hinruckte, ohne es jedoch in die Flamme ſelbſt zu bringen, bis das Kügelchen die gehörige Größe erlangt hatte. So wurde eine ganze Anzahl verfertigt, und als man die Bilder in ihrem Brennpunkte mit einer ſtark vergrößernden Linſe unterſuchte, zeigten ſie ſich als recht hell, ganz rund und vollkommen.

Was die Mikrometer betrifft, ſo verfertigte Herr Brander dieſelben in ſehr großer Vollkommenheit, indem er in ein Glas mittelſt eines Diamants ſehr feine Einſchnitte machte. Cavallo ſchlug ſtatt des Glaſes ein dünnes und durchſichtiges Stück Perlmutter vor, das fein getheilt und im Brennpunkte des Objektivglaſes befeſtigt wird.

Herr

Herr Schröter [d]) giebt ein Scheiben-Lampenmikrometer an, wodurch man mittelst erleuchteter Papierscheiben, welche man mit dem einen bloßen Auge betrachtet, indem man mit dem andern durchs Fernrohr sieht, den Durchmesser einer Planetenscheibe und die Lage eines Punkts in selbiger bestimmen kann.

Herr Helfenzrieder [e]) zu Ingolstadt giebt eine ähnliche Einrichtung wie der Herr von Segner an. Er ordnet nämlich in zwey Reihen 32 Okulare oder Fensterchen, und gebraucht zum Mikrometer ein Gitter aus feinen Silberdräthen, über welches sich ein beweglicher Faden durch eine Schraube führen läßt. Ein jedes Okular in diesem Werkzeuge zeigt eine andere Stelle des Himmels, und alle zusammen fassen einen Raum von mehreren Graden.

Beym Mikroskope gebraucht Herr Beseke [f]) in Mietau als Megalometer eine Fläche von 6 Zoll Länge und 5 Zoll Breite, welche nach dem Decimalmaaße in Quadratzolle und Quadratlinien eingetheilt ist, und deren verschiedene Maaße sich durch die Stärke der Theilstriche unterscheiden. Diese Fläche bringt man in einerley Horizontalebene mit dem Gegenstande. Der Gegenstand wird mit dem linken Auge

d) Beytrag zu den neuesten astronomischen Entdeckungen. Berlin 1788. 8.

e) Tubus astronomicus amplissimi campi cum micrometro suo et fenestellis ocularibus. Ingolst. 1773. 4.

f) Leipzig. Magazin zur Naturgesch. und Oekonomie vom Jahre 1780. St. 1. ingl. Beobachtung. und Entdeckung. aus der Naturk. von der Berliner Gesellsch. naturforsch. Freunde. B. I. St. 1. Nro. 13.

Auge durchs Mikroſkop, und die getheilte Fläche m
dem rechten Auge allein betrachtet. Auf dieſe Wei
läßt ſich das vergrößerte Bild mit den Zollen und L
nien der Theilung vergleichen, auch im nöthigen Fall
wenn etwa die Linien nicht gut abgezählt werden kö
nen, mit dem Zirkel meſſen, und die Zahl der Linie
welche es einnimmt, beſtimmen. Hierbey bedient ſi
Beſeke wie Jurin einer Clavierſaite. Von Nr.
gehen 81 Gewinde auf einen rheinländ. Zoll, mith
iſt der Durchmeſſer $\frac{10}{81}$ oder etwa $\frac{1}{8}$ Linie. Er brin
ein Stück ſolcher Saite unter das Mikroſkop, zäh
die Linien, welche die Breite deſſelben einnimmt, u
findet auf dieſe Art die Vergrößerung. Hierauf b
trachtet er bey unveränderter Stellung des Mikroſko
einen Gegenſtand, und erhält daraus deſſen Grö
durch eine leichte Rechnung. Für eine jede veränder
Stellung des Inſtruments muß auch die Vergröß
rung aufs neue beſtimmt werden, obgleich Beſe
zu glauben ſcheint, daß ſie für jedes Objektivglas d
nämliche bleibe.

In dieſem Zeitraume hat man ſich beſonde
auch außerordentliche Mühe gegeben, den Metallſpi
geln eine genaue paraboliſche Form zu geben, welc
zur Vollkommenheit der Spiegelteleſkope unumgän
lich nöthig war. Smith[g]) führt eine Anweiſu
zu Verfertigung der Metallſpiegel von Molineux u
Halley an, worin bemerkt wird, daß die Verfe
tiger ſolcher Spiegel ihnen dadurch eine paraboliſc
Geſtalt gegeben hätten, daß ſie etwas mehr Schlam
auf den Wetzſteinen gelaſſen, oder daß ſie das Schl
fen mit einer Art von epicycloidaliſcher Bewegu
beend

g) Lehrbegriff der Optik durch Käſtner. S. 278.

beendet hätten, mit welcher sie die Mitte des Spiegels unweit des Umkreises der Wetzsteine etwa eine Minute lang herumführten.

Eine sehr umständliche Beschreibung, dergleichen Spiegel zu verfertigen, hat Mudge h) angegeben. Er räth nämlich an, den Spiegel anfänglich genau sphärisch zu schleifen, und ihm erst die veränderte Gestalt bey der Politur zu geben. Diese Politur soll er nämlich zuerst in der Mitte, oder um das durch ihn gebohrte Loch herum erhalten. Damit aber der Spiegel selbst dadurch nicht so scharf angegriffen werde, um ihm vor allen Dingen die sphärische Gestalt geben zu können, durchlöchert er die Polirscheibe selbst in der Mitte. Nachdem nun der Spiegel die sphärische Gestalt genau erhalten hat, verstopft er das Loch in der Polirscheibe mit einem Kork, jedoch so, daß er nicht ganz bis zu deren Oberfläche reicht, reinigt diese Oberfläche mit einem Schwamm, bringt den Spiegel, indem sie noch feucht ist, darauf, trägt mit dem Pinsel rund herum so viel Wasser auf, als der hervorragende Rand der Scheibe Wasser fassen kann, gießt auch Wasser in das Loch des Spiegels, und läßt dieß alles 2 bis 3 Stunden stehen, um eine genaue Berührung beyder Flächen und eine gleiche Wärme zu erhalten. Nunmehr zieht er den Kork heraus, läßt das Wasser ablaufen, und bewegt zuerst den Spiegel ganz langsam in einem sehr kleinen Kreise um den Mittelpunkt der Polirscheibe; hiernächst macht er allmählich Kreise von größerm Durchmesser, und

h) Philosoph. Transact. for 1777. Vol. LXVII. P. I. p. 296. übers. in Leipz. Sammlung. zur Physik und Naturgesch. B. II. St. 5. S. 584.

und dreht dabey den Spiegel beſtändig um ſeine Achſe jedoch ohne weitern Druck, als den der Spiegel durch ſein eigenes Gewicht giebt. Auf dieſe Weiſe fährt er etwa 2 Minuten lang fort, verändert dabey immer ſeine Stellung gegen den Block, worauf die Polirſcheibe feſt iſt, und führt die Kreiſe mit immer vergrößerndem Durchmeſſer ſo weit, bis der Rand des Spiegels etwa gegen $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ Zoll über den Rand der Scheibe hinausgeht. Hierbey wird nun die ſtärkere Krümmung in der Mitte durch die anfänglich engen, und nachher immer weiter geöffneten Kreiſe des Streifchens hervorgebracht. Er verſichert, daß dieſe Methode durch lange Erfahrung von ihm bewährt ſey, und er habe Grund genug, ſie mit der Shortiſchen für einerley zu halten.

Unter Allen hat es aber in Verfertigung ſehr großer paraboliſcher Spiegel Herr Herſchel am weiteſten gebracht. Die Fläche ſeiner Spiegel iſt ſo vollkommen paraboliſch, daß ſie ohne die geringſte Blendung gebraucht werden können. Seine Methode aber, wodurch er dieſe ſo vollkommen paraboliſche Geſtalt erhält, iſt unbekannt. Dennoch ſind die Herren Schröter in Lilienthal und Schrader in Kiel ſo glücklich geweſen, beträchtlich große Spiegel zu verfertigen, welche die genaueſte paraboliſche Form beſitzen.

Uebrigens behalten aber bey aller dieſer ſo großen Vollkommenheit die Spiegel doch noch einige Unregelmäßigkeiten in der Geſtalt, welches daraus erhellet, weil die meiſten Newtonſchen Spiegelteſkope mehr Deutlichkeit gewähren, wenn dem großen Spiegel eine ſchräge Lage gegen die Achſe der Röhre gegeben, der kleine ganz weggenommen, und der Okulareinſatz an der Oeffnung unmittelbar gegen den großen Spiegel gerich-

gerichtet wird. Auf diese Art gebrauchte Herschel seinen im Jahr 1783 zu Stande gebrachten 20füßigen Reflektor bey der Entdeckung der Uranustrabanten. Auch Herr Schröter versuchte es, den Objektivspiegel seines 7füßigen Teleskops in geneigten Richtungen zu gebrauchen. Hatte er ihn bis zu 1° 50″ rückwärts geneigt, so wurde das Bild immer auffallender, ruhiger und deutlicher. Er versuchte den kleinen Spiegel parallel nachzuschrauben; allein dadurch verlor sich die größere Deutlichkeit, und er mußte diesen kleinen Spiegel wieder in seine vorige Lage zurückbringen. Herr Schröter wählte unter verschiedenen Neigungen ungefähr 1° 15′, wodurch die Deutlichkeit des Teleskops sehr viel gewann. Hierbey bleibt es aber auffallend, daß bey einer so beträchtlichen Neigung das Bild vom großen Spiegel eben so, wie bey der genauesten concentrirten Lage, mitten auf den kleinen Spiegel, nicht oberhalb über demselben, zurückgeworfen wird. Ohne Zweifel liegt der Grund hiervon in der Irregularität der Gestalt des Spiegels. Indessen ist der Vortheil bey einer gewissen Neigung gegen die Achse des Rohrs nicht unerheblich, weil bey starker Vergrößerung dadurch ein viel deutlicheres und besser begrenztes Licht zu Stande gebracht wird.

Licht der leuchtenden Körper.

In den neuern Zeiten ist die Anzahl der leuchtenden Körper ungemein vermehrt worden. Nach den Versuchen des Herrn Grafen von Razoumowsky geben Quarz und Glas durch den Stoß harter Körper Licht von sich; ja er fand, daß auch mehrere Körper leuchtend werden, wenn man Stücke von einerley Art an einander reibt. Er fand, daß der Quarz selbst unter dem Wasser Licht gab. Auch Herr Lichtenberg

berg nahm wahr, daß das Waſſer, welchem er durch Milch die Opalfarbe gegeben hatte, leuchtete, wenn er unter demſelben ein Paar Cachelonge an einander rieb, oder ein Piſtolenfeuerzeug unter dem Waſſer abdruckte.

Ein ſehr vollſtändiges Verzeichniß von leuchtenden Körpern hat Herr Wedgwood [i]) mitgetheilt; dieſer entdeckte, daß ſich eine ſehr große Anzahl Körper entweder durch Hitze oder durch Reiben phosphorescirend machen ließ. Das beſte Mittel, die Körper durch Hitze phosphorescirend zu machen, war dieſes, daß die Körper zu einem mäßig feinen Pulver geſtoßen, und jedesmal in kleinen Theilen auf eine dicke eiſerne Platte oder auf eine gebrannte Maſſe von Sand und Thon geſtreuet wurden, welche beynahe bis zum ſichtbaren Rothglühen erhitzt, und an einen völlig dunkeln Ort geſtellt war. Auf ſolche Art wurden gegen achtzig verſchiedene Körper, unter andern die Metalle, und die Niederſchläge derſelben aus ſauren Auflöſungen, leuchtend. Das ſtärkſte Leuchten gab der Flußſpath von Derbyſhire, der Marmor von eben daher, der ſächſiſche rothe Feldſpath, der Diamant und Rubin. Die Lichtdauer war übrigens verſchieden; bey einigen war ſie augenblicklich, bey andern einige Minuten. Durchs Anblaſen verloſch das Licht ſogleich; es kam aber auch wieder, wenn dieſes Blaſen aufhörte. Gewöhnlich war das Licht ungefärbt. Nur derjenige blaue Flußſpath, welcher gerieben einen übeln Geruch giebt

i) Philoſ. Tranſact. for the year 1792. Vol. LXXXII. P. I. p. 28. ſqq. P. II. p. 272. ſqq. Verſuche und Bemerkungen über die Erzeugung des Lichts in verſchiedenen Körpern durch Hitze und Reiben. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 45. f.

giebt, zeigte ein helles grünes Licht, das dem der Johanniswürmchen ähnlich ist, und welches sich schnell in ein schönes allmählich verlöschendes Lilla verwandelte.

Wenn ein wenig siedendes Oehl am Boden einer gläsernen Flasche im Finstern bewegt wurde, so ward die ganze Flasche dadurch erleuchtet. Ein wenig Oehl auf die heiße Platte gestrichen verursachte eine dünne lodernde blaue Flamme. Eben dieß geschah, wenn Horn, Knochen, Haare, Speichel oder irgend eine thierische Substanz auf die Platte gebracht wurden.

Das Leuchten der Körper wurde vermittelst der Aneinanderreibung gleichartiger Körper im Dunkeln bewirkt. Alle Körper, wenige ausgenommen, leuchteten nach dieser Behandlung. Das Licht war weiß, mehr oder weniger röthlich. Diese Arten des Phosphorescirens fanden nicht allein in atmosphärischer, sondern in allen Luftarten und selbst unterm Wasser statt.

Herrn Prof. Schmidt in Gießen, welcher über die phosphorescirenden Bestandtheile des Quarzes chemische Untersuchungen anstellte, schien der besondere Geruch, welchen die Quarze an einander gerieben von sich geben, mit dem Geruche eines starken Höhenrauchs viele Aehnlichkeit zu haben, und er benannte ihn daher mit dem Namen des brenzlichen. Er und einer seiner Freunde in Darmstadt glaubten auch diesen brenzlichen Geruch an den unter Wasser geriebenen Kieselsteinen, wiewohl etwas schwächer, bemerkt zu haben, und Herr Schmidt hat diese Erfahrung nachher bestätigt gefunden. Aus der Elektricität ließen sich diese Erscheinungen nicht wohl erklären; wenigstens müßte die Elektricität hiebey nach ganz besondern,

bisher

bisher nicht bekannten Sätzen unter dem Waſſer entwickelt werden. Auch war er nie im Stande, mit ſehr empfindlichen Werkzeugen an geriebenen Quarzen die mindeſte Spur von Elektricität zu erkennen. Deſſen ungeachtet ſchien der ſtarke Geruch der geriebenen Kieſelſteine zu beweiſen, daß außer dem Lichte irgend ein anderer Stoff frey werde. Seine Vermuthungen gingen daher um ſo mehr auf das Daſeyn des Grundſtoffs einer luftförmigen Flüſſigkeit, und insbeſondere der Stickluft, weil Dolomieu in ſeiner Abhandlung über die Zerlegung der zuſammengeſetzten Steine es ſehr wahrſcheinlich macht, daß Kieſelerde, ſo wie wir ſie in der Zuſammenſetzung der mineraliſchen Körper antreffen, keine einfache Subſtanz mehr ſey, ſondern innigſt mit der Baſis einer oder mehrerer luftförmigen Flüſſigkeiten vereinigt, und eben dadurch in dem größten Theil der mineraliſchen Säuren unauflöslich ſey. Dieſer erhielt, da er in Geſellſchaft des Herrn Pelletier 20 Quentchen klein geſtoßenen Quarz mit 2 Unzen feſten Aetzſtein im Glühefeuer zuſammengeſchmolzen, 22 Cubikzoll phlogiſtiſirte, 12 Cubikzoll inflammable und 5 Zoll fixe Luft aus der ſchmelzenden Maſſe. Die letzte ſchreibt er dem Laugenſalze, die beyden erſten dem Quarze zu, und er nimmt zu ihrer gemeinſchaftlichen Baſis einen entzündlichen Stoff im Quarze an. Theils um dieſe auf Verſuche gegründete Meynung von Dolomieu weiter zu prüfen, theils und vorzüglich um auszumachen, ob irgend ein mit der Kieſelerde verbundener flüchtiger Stoff die Urſache der Phosphorescenz der Quarze ſey, ſtellte Schmidt die folgende Unterſuchung an, wodurch, wie er glaubt, unwiderſprechlich erwieſen werde:

1. Daß der Grundstoff der Stickluft in genauer Verbindung mit der reinen Kieselerde einen Bestandtheil des Quarzes, oder überhaupt des Kieselgeschlechts ausmache.

2. Daß durch das Reiben der Kieselsteine an einander dieser Grundstoff zum Theil entbunden, und dadurch Licht und Geruch erzeugt werde.

3. Daß die Kieselerde bloß der Verbindung mit diesem Grundstoffe ihre Unauflöslichkeit in Säuren und Laugensalzen auf dem nassen Wege verdanke.

Was nun die Natur dieses flüchtigen Stoffs betrifft, so glaubt Herr Schmidt, daß er kein einfacher, sondern ein zusammengesetzter Körper sey: 1. weil geriebene Quarze Licht und Geruch zugleich äussern, und wir bis jetzt keine einzige Erfahrung haben, welche bewiese, daß reines Licht auch den Sinn des Geruchs afficire; 2. weil der Quarz durch Beraubung jenes flüchtigen Stoffs leichter wird, und zu gleicher Zeit eine ponderable Luft entwickelt, das Licht aber nach allen bisherigen Erfahrungen sich als eine imponderable Substanz äußert. Herrn Schmidt scheint daher der eine Bestandtheil des mit der Erde im Quarz gebundenen Stoffs Licht zu seyn, den andern nennt er aber noch vor der Hand x, ob es gleich nicht an Meinungen über dieses x fehle. Nach Lavoisier ist nämlich dieser Stoff Stickstoff; Herr Schmidt scheint aber dieser Meinung nicht unbedingt beyzupflichten, weil sie sich bloß auf die Hypothese von der Zusammensetzung der Salpetersäure aus Sauerstoff und Stickstoff gründet, und nur durch eine einzige Erfahrung des Herrn Cavendish veranlaßt worden sey. Diesen Versuch des Herrn Cavendish hatte Herr

Schmidt

Schmidt mehrmals wiederholt, und ſich dadurch immer feſter überzeugt, daß die Elektricität bey der hervorgebrachten Salpeterſäure eine ſehr weſentliche Rolle ſpiele. Nach Herrn Göttling beſteht die Stickluft aus Licht und Sauerſtoff; hiernach wäre alſo Herrn Schmidt's x der Sauerſtoff. Er muß indeß bekennen, daß ihm Göttling's Theorie im Allgemeinen bis jetzt eben ſo wenig begründet ſcheine, wie die Lavoiſierſche.

Was den ſogenannten Kunkelſchen Phosphor betrifft, ſo iſt dieſer in den neueſten Zeiten ein Gegenſtand ſehr wichtiger Unterſuchungen geworden. Herr Giobert [k]) hat eine ſehr leichte Methode angegeben, denſelben aus dem Urin zu bereiten. Man löſet nämlich Bley in Salpeterſäure auf, und tröpfelt dieſe Auflöſung in friſchen oder faulen Urin. Dadurch entſteht ein häufiger Niederſchlag, welcher theils phosphorſaures, theils ſalzſaures Bley iſt. Kommt kein Niederſchlag weiter zum Vorſchein, ſo läßt man alles ruhig ſtehen, hellt die über dem Bodenſatze befindliche Flüſſigkeit ab, ſchüttet den Bodenſatz auf ein Filtrum von Leinwand, ſüßt ihn mit Waſſer aus, vermengt ihn etwa mit dem 4ten Theile feinen Kohlenſtaub, trocknet ihn in einer Pfanne, und deſtillirt ihn hierauf aus einer Retorte. Anfangs geht etwas urinöſer Geiſt mit etwas empyrevmatiſchem Oehle über, welche beyde von dem Harne herrühren; hierauf ändert man mit der Vorlage, kittet eine andere mit Waſſer gefüllte vor, und vermehrt die Hitze ſtark. Der Phosphor erſcheint mannichmal in einer halben Stunde, und es läßt

k) Annales de chimie. Tom. XII. 1792. p. 15. ſq. überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. VII. S. 451. f.

läßt sich leicht binnen 8 Stunden eine Operation beendigen, die auf 14 Unzen Phosphor giebt. Wenn der Bleykalk völlig mit Phosphorsäure gesättigt, und das phosphorsaure Bley vollkommen mit Wasser ausgesüßt ist, so geben 100 Theile desselben 14 bis 18 Theile Phosphor. Der Bleykalk findet sich reducirt auf dem Boden der Retorte.

Auch hat Gahn [l]) entdeckt, daß der Phosphor aus Knochen gewonnen werden kann. Man calcinirt nämlich Knochen großer erwachsener Thiere so lange, bis sie weiß sind, alsdann stößt man sie und siebt sie durch ein feines Sieb. Auf dieses Pulver gießt man hiernächst mit Wasser verdünnte Schwefelsäure, doch nicht so viel als nöthig ist, die Knochen ganz aufzulösen. Hierauf gießt man das Flüssige ab, und läßt dasselbe über dem Feuer abrauchen. Dadurch erhält man die Phosphorsäure in Gestalt eines weißen und durchsichtigen Glases, welches zerstoßen, und demselben der dritte Theil seines Gewichts Kohlenstaub zugesetzt wird. Durch die Destillation entsteht alsdann kohlengesäuertes Gas und Phosphor.

Herr Kulme [m]) hat über die Einwirkung der Hitze und Kälte auf das von Canton's Phosphor eingesogene Sonnenlicht nähere und bestimmtere Versuche angestellt, als es Canton selbst gethan hatte. Die Resultate, welche er daraus zog, sind diese:

1. ein mäßiger Grad Wärme erhöht die Lebhaftigkeit des von dem Phosphor eingesogenen Lichts.

2. Bey

l) Medic. Comment. einer Gesellsch. Aerzte in Edinburg Th. III. St. 1. Altenb. 1776. S. 97.

m) Philos. Transact. for 1802.

2. Bey einem höhern Grade von Wärme erlö
das Licht gänzlich.

3. Latentes eingeſogenes Licht wird durch W
me erregt, und in den Zuſtand des Leuchtens verſe

4. Kälte bringt das eingeſogene Licht zum
löſchen.

Die merkwürdigſten Verſuche mit dem Ph
phor, welche erſt die Beſchaffenheit unſerer atmoſp
riſchen Luft, und ſelbſt die Sätze der neuern Che
begründet haben, ſollen in dem Abſchnitt von den L
arten angeführt werden.

Ueber die natürlichen Phosphore hat in den n
ern Zeiten beſonders Herr Spallanzani n) verſ
dene Beobachtungen in mancherley Gasarten a
ſtellt. Zuerſt wählte er Holzſtückchen, welche n
im Sommer zuweilen des Nachts leuchten ſieht, i
in einigen Gegenden Italiens fuochi matti nen
Im Aug. 1795 erhielt er dergleichen zu Mod
von einem faulen Kaſtanienbaume, welches ſehr
reiblich und weißlich von Farbe geworden war. Nac
glich es von weitem einem äußerſt matten Fe
Er theilte ſelbiges in feine Blättchen und ſteckte
nige davon zuerſt in ein bloß mit atmoſphäriſcher L
gefülltes Eudiometer, um die Wirkung wahrzun
men. Im Dunkeln leuchtete jedes Blättchen ſehr g
eben ſo, wenn das Eudiometer voll Waſſer w

S

n) Chimico eſſame degli experimenti del ſignore *Go*
ling ſupra la luce del foſforo di Kunkel oſſervata
aria commune, ed in diverſi fluidi aeriformi permar
ti, nella qual occaſione ſi eſſamino altri foſfori p
dentro ai medeſimi fluidi, e ſi cerca ſa la luce ſol
guaſti il gaz oſſigeno. In Modena 1796. 8. p. 119.
in Gilberts Annalen der Phyſik. B. I. S. 38 f.

Statt deſſen reines Stickgas angewendet, bemerkte man in 7 Minuten keinen Unterſchied; dann aber wurde das Licht immer ſchwächer, und nach einer halben Stunde verſchwand es völlig. Die langſame Abnahme des Lichts glich der Flamme einer angezündeten Kerze, die im verſchloſſenen Raume allmählig verſchwindet und kleiner wird. Drey Stunden in dieſem Gas gelaſſen blieben dieſe Blättchen fortdauernd dunkel. Hierauf hob man das Eudiometer aus dem Waſſer, in welches es gebracht war, und verſtattete ſo der atmoſphäriſchen Luft den Eintritt. In wenigen Minuten erhielten die Blättchen ihr Licht wieder, doch matter als zuvor; ihren urſprünglichen Glanz bekamen ſie aber erſt völlig, als man das Eudiometer von neuem bloß mit atmoſphäriſcher Luft füllte, und die vorige Miſchung völlig herausgelaſſen war.

In dem mit Sauerſtoffgas gefüllten Eudiometer ward der Glanz über alle Maaßen lebhaft. Neben den leuchtenden Spänen legte er hierauf Kunkelſchen Phosphor ins Eudiometer. Da dieſes bloß atmoſphäriſche Luft enthielt, leuchteten ſie ſogleich, welches auch bey dem Phosphor erfolgte. Sein Licht dauerte wie gewöhnlich bis zur Zerſetzung der Luft von 20 Gran Sauerſtoffgas, während daß die Späne langſam abnehmend bey 16 Gran völlig aufhörten. Nun hob er das Eudiometer aus dem Waſſer, worauf die fehlenden 20 Gr. Sauerſtoffgas alſobald durch atmoſphäriſche Luft erſetzt wurden, und ſogleich erhielten auch die Späne ihren Glanz wieder.

Das halbfaule Kaſtanienholz behielt ſeinen phosphoriſchen Charakter nur 2 Tage. Ein dergleichen Stück von der Wurzel einer Buche behielt ihn 3 Tage hindurch. Hieraus erkannte er, daß die Ei-

genſchaft des Leuchtens nur auf eine gewiſſe Zeit b
ſchränkt ſey, die ohne Zweifel von dem Grade de
Fäulniß abhängt, worin ſich jene ihrer organiſche
Kraft beraubten Subſtanzen befanden.

Im Sumpfgas verhielten ſich dieſe beyden Holz
arten wie im Stickgas. Hob er das Eudiometer ge
rade aus dem Waſſer, und ließ er die atmoſphäriſch
Luft hineintreten, ſo erneuerte ſich der Glanz nicht,
oder geſchah dieß, ſo blieb er doch äußerſt matt. Das
Sumpfgas mit Stickgas vermiſcht blieb leichter als
die atmoſphäriſche Luft. Trat es nun unter dem Eu
diometer auch in Berührung mit atmoſphäriſcher Luft,
ſo gieng dieſe nur eine geringe oder faſt gar keine
Miſchung damit ein, und daher blieb auch der Phos
phor ganz oder größtentheils dunkel. Drehete er aber
das Eudiometer herum, ſtatt es gerade aus dem Waſ
ſer zu ziehen, ſo kam das Sumpfgas unten, und
wurde jetzt von der ſchweren atmoſphäriſchen Luft her
ausgetrieben und verdrängt; daher die Erneuerung
des Lichts.

Im darauf folgenden September hatte er auch
Gelegenheit, in Venedig mit dem Tintenwurme
(ſepia officinalis) Verſuche anzuſtellen. Lebendig leuch
tete er nicht, ſondern bloß im wirklichen Zuſtande der
Fäulniß. Er legte ein Stückchen deſſelben unter das
Eudiometer, und bemerkte: 1. daß ſein Licht in at
moſphäriſcher Luft und im Seewaſſer gleich hell war;
2. daß es im Stickgas völlig verſchwand; 3. daß
der Glanz einiger Maaßen zurückkehrte, wenn man
dieſes Gas mit atmoſphäriſcher Luft vermiſchte; 4.
daß das Licht doppelt ſo ſtark im Sauerſtoffgas, als
in atmoſphäriſcher Luft funkelte.

Hier

Hierauf richtete Spallanzani seine Aufmerksamkeit auf die Johanniswürmchen. Es giebt deren zwey Arten, eine ungeflügelte, die an der Erde fortläuft, und eine beflügelte. Erstere nennt man gewöhnlich luccioloni, letztere lucciole. Im May zeigen sich die kriechenden Johanniswürmchen zuerst Nachts, entweder im Laube oder Rasen, oder unterhalb an Mauern, welche Höhlungen haben, in die sie sich den Tag über verstecken. Ihr Glanz macht sie schon von weitem sichtbar. Dieser Glanz ist nicht wie bey den fliegenden Johanniswürmchen unterbrochen und aussetzend, sondern fortwährend und bleibend, doch nur so lange sie in Freyheit sind. Gefangen besitzen sie die Kunst, diesen Glanz zum Theil oder völlig zu verbergen. Eben so ziehen sie ihn ein, wenn man sich ihnen nähert. Das Licht ist in dem vorletzten Ringe des Bauches eingeschlossen, der ins Weiße spielt, da die andern schwarz sind.

Druckt man im Dunkeln den Bauch leicht zwischen Zeigefinger und Daumen, und hält den Hintertheil desselben fest, so vergehen etwa 10 Minuten, in welchen das Insekt völlig dunkel bleibt. Dann wird es plötzlich im vorletzten Ringe, den man auch Nachts deutlich von den übrigen unterscheidet, hell und glänzend mit bloß bläulichem Lichte. Hierauf verdunkelt es sich abermals, und diese Lichtabwechselungen erfolgen der Zeit nach ganz unregelmäßig. Eben das geschieht, wenn man es irgend worauf laufen läßt; einmal gefangen zeigt das Thierchen selten ununterbrochen sein voriges Licht. Gleichwohl giebt es Mittel, dieß, obwohl in weit schwächerm Grade, zu bewerkstelligen. Man öffnet nämlich mit der Spitze einer Scheere den Ring, von dem das Licht aus-

fließt, und läßt die darin verſchloſſene thieriſche Subſtanz heraustreten, die ins Weiße ſpielt, geringe leuchtet, und in dieſem Zuſtande, auch vom Körper getrennt, einige Zeit beharrt.

Spallanzani brachte eines der luccioloni, das in atmoſphäriſcher Luft in ſeiner Hand ununterbrochen geleuchtet hatte, aus dieſer Luft unter das Eudiometer aufs Waſſer. Es fuhr fort, Abſatzweiſe zu leuchten; alle Helligkeit aber verlor ſich im Stickgas. Sie wurde durch Erſetzung von atmoſphäriſcher Luft wieder hergeſtellt, und durch Sauerſtoffgas verſtärkt. Zwey andere Gasarten, kohlenſaures und Waſſerſtoffgas, verlöſchten, wie Stickgas, den Glanz. Holte er mit dem Waſſer den leuchtenden Antheil des Thieres heraus, ſo wurde er bey der Berührung von Stickgas, Waſſerſtoffgas und kohlenſaurem Gas, die er einzeln unter das Eudiometer brachte, dunkel, und durch das Sauerſtoffgas wieder ſehr funkelnd. Hiebey iſt aber noch zu merken, daß dieſe mephitiſchen Gasarten, ob ſie gleich den Tod der Würmchen nicht plötzlich verurſachen, doch dieſelben in einen todtenähnlichen Zuſtand verſetzen; das Sauerſtoffgas hingegen macht ſie lebhafter, als gewöhnlich. Dieſe entgegengeſetzte Wirkung zeigt ſich bey mehreren lebenden Geſchöpfen. Das Verdunkeln und Erhöhen des Glanzes dieſer Geſchöpfe iſt unmittelbare Wirkung jener Gasarten.

Nach der Meynung einiger Naturforſcher ſind die luccioloni die Weibchen, und die lucciole die Männchen der bekannten Johanniswürmer; dieſe folgen dem Lichte jener, um ſie aufzufinden, und ſich mit ihnen zu begatten. Sie führen Beyſpiele von luccioloni an, die man des Nachts auf der Hand gehal-

gehalten hatte, und zu denen sich lucciole einfanden, die sich mit ihnen vereinigten. Spallanzani widerstreitet einer begründeten Thatsache nicht, nur bemerkt er, daß bey der unendlich zahlreichen Familie der lucciole diese entweder unbefriedigt bleiben, oder daß eine luccioloni unendlich vielen Männchen dienen müsse, wie man es von der Bienenköniginn glaube.

Der leuchtende Bauch dieses Insekts scheint gegen die andern schwärzlichen Ringe weiß; er macht ein starkes Viertel der lucciole aus, die gewöhnlich 4 Linien lang und 1 breit zu seyn pflegt. Wenn man eine mit dem Rücken auf einer Fläche befestigte lucciole mikroskopisch untersucht, so erscheint zwar die ganze Haut glänzend, doch bemerkt man vorzüglich einige helle Punkte, welche auf die Vermuthung führen, daß ungemein feine Löcherchen in dieser Haut den Durchgang des darunter liegenden Lichts erleichtern. Dieß bestätigt auch die Erfahrung. Denn wenn man die leuchtende Haut vom Bauche fein ablößt, und dem Tageslichte aussetzt, so findet man sie ganz mit höchst kleinen Oeffnungen durchbort, beynahe wie die Schale eines gegen die Sonne gehaltenen Eyes. Diese Löcherchen sind also eben so viele Durchgänge, die der Luft den Eintritt in den leuchtenden Bauch verstatten. Trotz aller seiner Bemühungen aber gelang es ihm damahls nicht, die Organe, deren die lucciole sich zum Athmen bedienen, oder doch ihre äußern Luftröhren aufzufinden. Wenn er sie hingegen unter Wasser tauchte, und mit einem Federchen darüber wegfuhr, um die anhängende atmosphärische Luft wegzubringen: so bemerkte er viele Bläschen, die, wie er deutlich sah, aus ihrem Innern

hervorgiengen, beſonders beym Stechen und beym Beunruhigen ihres Körpers. Vorzüglich ſtieg die Luft aus dem gleichfalls unterm Waſſer befindlichen Bauche wie Ströme von Bläschen auf; als ob ſie mit Zangenſpitzen aus dem Innern gezogen würden. Verdünnt man die weiße und klebrige Subſtanz, woraus der Bauch beſteht, ein wenig mit Waſſer, und betrachtet ſie durch eine ſcharfe Linſe; ſo wird man gewahr, daß ſie aus einer ungeheuren Menge weißer und halbdurchſichtiger etwas länglicher Kügelchen verſchiedener Größe, und aus einer großen Anzahl unregelmäßiger Theilchen gebildet iſt, welche letztere er für ein Gebröckel zerquetſcher Kügelchen hielt. Merkwürdig iſt es, daß die Kügelchen, welche zu einem Ganzen verbunden leuchten, an Licht abnehmen, ſobald man ſie vereinzelt, und es gänzlich verlieren, wenn man ſie vollkommen trennt.

Sieht man die Johanniswürmchen im Dunkel der Nacht in der Luft herumſchwärmen, ſo zeigen ſie einige Augenblicke einen lebhaften Glanz, während ſie in andern ganz unſcheinbar ſind, und dieſe Abwechſelung von Licht und Finſterniß findet fortwährend ſtatt. Beobachtet man ſie aber in der Nähe, in einem kleinen finſtern Zimmer; ſo entdeckt man, daß ihre Dunkelheit nicht abſolut iſt, ſondern bloß in einem ſchlechtern Lichte beſteht, das ſich, von ferne geſehen, verliert.

Halten wir alſo ein Johanniswürmchen in der Hand, ſo bemerken wir im leuchtenden Bauche eine zitternde Bewegung, die ſich bald verſtärkt und den Glanz verdoppelt, bald aufhört und ihn beträchtlich ſchwächt. Die luccioloni ſenden ihr Licht nach Gefallen aus, nicht ſo die lucciole; wahr aber iſt es,

daß

daß die zitternde Bewegung in letztern, und mithin auch das Funkeln des Lichts, aufhört, wenn man sie eine Zeitlang betastet; nichts desto weniger aber bleibt doch eine ziemliche Helligkeit.

Fängt man die lucciole und verwahrt sie frisch in einer Schachtel und andern Behältnissen, so behalten sie nicht allein einiges Licht bis zu ihrem Tode, sondern auch noch nach demselben, so lange der leuchtende Körper im geringsten weich ist.

Selbst ausgetrocknet fängt er nicht selten wieder zu leuchten an, wenn man ihn in Wasser erweicht. Nie aber ist kurz vor dem Tode und nach demselben das Licht von solcher intensiven Stärke, als wenn die fliegenden Johnnniswürmchen in voller Kraft sind.

Einen Unterschied aber macht es, ob das Austrocknen des leuchtenden Bauchs langsam und bey einer gelinden Temperatur, wie zwischen 15 bis 20 Grad, oder durch eine jähe Hitze erfolgt, wie wenn man die lucciole der Sonne in einer Temperatur von 35 oder 40 Grad aussetzt; denn im letztern Falle sind wenige Stunden nicht allein hinreichend, den leuchtenden Bauch völlig aufzudörren, sondern ihn auch zum fernern Leuchten unfähig zu machen, selbst wenn man ihm durch Wasser die vorige Weichheit wieder gäbe. Dasselbe wirkt bis zu 60 Grad erhitztes Wasser, in welches man die leuchtenden Bäuche wenige Minuten hält. Man muß also annehmen, daß die zu große Wärme entweder den Zusammenhang unter den kleinsten Grundmassen des leuchtenden Bauches aufhebt, oder sie wenigstens dergestalt desorganisirt, daß sie unfähig werden, Licht hervorzubringen.

Wenn die lucciole zu leuchten aufgehört hat, oder es nur schwach thut, aber im leuchtenden Bauche

noch einige Weichheit behält, ſo erneuert oder verdoppelt ſich das Licht wieder, wenn man ſie leicht mit einer Nadel oder einem andern feinen Körper berührt.

Die meiſten dieſer erwähnten Phänomene bemerkt man nicht allein am leuchtenden Bauche, ſo lange er mit dem Körper der lucciole ein Ganzes bildet, ſondern auch wenn man ihn davon abreißt. Er fährt alsdann fort zu leuchten, ſo lange er weich iſt; ſein Glanz wird vermehrt, wenn man ihn reißt, und er erhält ihn wieder, wenn er nach dem Auftrocknen abermals erweicht wird. Daſſelbe beobachtet man bey den kleinſten Stückchen des leuchtenden Bauches, doch mit dem Unterſchiede, daß dieſe leicht zu leuchten aufhören, da ſie ſchnell trocknen. Nimmt man ſich die Mühe, ſie immer feucht zu erhalten, ſo dauert ihr Licht ſehr lange.

Dieſe Verſuche wurden bey einer Temperatur zwiſchen 17 und 21° angeſtellt; es ſchien ihm aber wichtig, ſie in einer kalten Temperatur zu unternehmen, um hierdurch den Urſprung jenes Lichts zu erfahren. Daher nahm er ſeine Zuflucht zur künſtlichen Kälte. Er umgab eine Röhre mit Schnee, auf deren Boden einige lebende Johanniswürmchen lagen, und in dieſer Röhre befeſtigte er ein Thermometer, das ihm die abnehmende Temperatur, der er ſie ausſetzte, anzeigte. Durch die Mündung der Röhre konnte er ihr Leuchten ſehen. Von 20° ſank das Thermometer bis zum Eispunkte, ohne daß ſich das Licht verminderte. Die Würmchen wurden bey dieſer Kälte bloß unbeweglich und ſtarr, wie alle Inſekten bey ſolchen Umſtänden. Durch Kochſalz ſank das Thermometer bey vermehrter Kälte bis auf 4°, und das Licht blieb ſich immer gleich, aber beym 5ten Grade fieng es zu verlöſchen

löschen an, und beym 7ten hatte es sich ganz verlo-ren. Auffallend war es, daß der leuchtende Bauch und der übrige Körper, selbst schon unter der Röhre hervorgenommen, noch immer vom Frost erhärtet schie-nen; auch wurden sie in einer warmen Temperatur schnell wieder in den Zustand ihrer Weichheit herge-stellt, und erschienen leuchtend, ob sie gleich nicht ins Leben zurückkehrten. Abermals unter die Röhre ge-bracht verdunkelte sich ihr Licht wieder beym 5ten Grade, und verschwand beym 7ten völlig. Dasselbe ereignete sich bey noch zweymal wiederholten Versuchen, wobey der leuchtende Bauch eben so oft wieder ver-härtete. Hieraus erhellet, daß eine um 24 Grad niedrigere Temperatur als die, worin die Würmchen in der Luft herumfliegen, sie nicht am Leuchten ver-hinderte, und es läßt sich annehmen, daß eben dieß auch bey einer starken Kälte statt finde, wenn das-durch nicht dem leuchtenden Bauche die Weichheit ge-raubt würde, die der Hervorbringung des Lichts so unentbehrlich ist.

Jetzt brachte nun Spallanzani die Johannis-würmchen in verschiedene Gasarten: bey jedem Ver-suche insbesondere wurden 15 Johanniswürmchen in einer Reihe in den horizontalen Arm seines Eudio-meters gelegt, so daß ihm die mehrere Zahl mehr Bequemlichkeit beym Beobachten der Wirkungen ver-schafte. Sie wurden zuerst in kohlensaures Gas ge-bracht, wo es auffallend war, daß sie, so glänzend sie sich vorher zeigten, augenblicklich unscheinbar wur-den. $\frac{50}{100}$ dieses Gas füllten das Eudiometer. Er ließ alsobald auch $\frac{50}{100}$ atmosphärische Luft unter das-selbe treten, und in Kurzem veränderte sich das Schau-spiel. Das verloschene Licht erholte sich zuerst wieder

in

in den Inſekten, die vorne in dem Arm des Eudiometers lagen; ſpäter in denen weiter hinauf; und zuletzt in denen, die das äußerſte Ende einnahmen.

Stickgas und Waſſerſtoffgas einzeln angewendet wirkten auf das Licht des Johanniswürmchens langſamer, als das kohlenſaure Gas, indem hier nicht das Licht auf einmal, ſondern ganz allmählig verſchwand. Es erholte ſich wieder, und hielt ſich, obgleich matt, wenn man beyden Gasarten eine Portion atmoſphäriſcher Luft beymiſchte.

Um nun das Verhalten dieſer Würmer in Sauerſtoffgas mit dem in atmoſphäriſcher Luft zu vergleichen, gebrauchte Spallanzani zu gleicher Zeit zwey Eudiometer, und bemerkte, daß die Intenſität des Lichts im Sauerſtoffgas wenigſtens zweymal ſo ſtark ſey, als in atmoſphäriſcher Luft. Auch die Dauer der zitternden Bewegung des leuchtenden Bauches war im erſtern anhaltender. Er war auch aufmerkſam, ob bey dieſem ſtarken Lichte eine Veränderung des Sauerſtoffgas vorgienge, und bemerkte wirklich eine, obgleich geringe, indem das Waſſer im Eudiometer um $\frac{3}{4}$ Grad ſtieg, welches bey atmoſphäriſcher Luft nicht geſchah.

Als er die Würmchen in Sauerſtoffgas legte, waren ſie ſtarr von Kälte und leuchteten dennoch lebhaft. Er wiederholte dieſen Verſuch mit andern 15 halbtodten, wenig glänzenden; der Glanz vermehrte ſich, ohne daß jedoch eine merkliche Verminderung des Gas vor ſich gieng. Nun brachte er 50 Bäuche von eben ſo vielen muntern lebenden Johanniswürmchen unter ein mit Sauerſtoffgas gefülltes Eudiometer. Der ganze horizontale Arm wurde und blieb $\frac{3}{4}$ Stunden lang beträchtlich heller als zuvor, und das Waſ-

ſer

ser stieg während dieser Zeit bis auf 1½ Grad, welche das Maas des verzehrten Sauerstoffgas angaben.

Um das Licht bey einer niedrigen Temperatur im Sauerstoffgas zu beobachten, steckte er durch den Boden einer sauber durchborten Röhre den längern Theil der Röhre eines Thermometers, und goß hierauf die Oeffnung mit Siegellack zu, um das Eindringen der äußern Luft abzuhalten. Die Kugel des Thermometers ruhte auf einer innerhalb der Röhre befestigten kleinern Unterlage, worauf 15 Johanniswürmchen aufgeleimt waren, damit sie nicht herunterfielen, wenn er beym Hineintreiben des Sauerstoffs die Röhre mit Wasser füllte. Sobald das Gas durch den pneumatischen Apparat hinaufgestiegen war, tauchte er die Mündung der Röhre in ein Gefäß mit Wasser, und stellte dieses auf den Tisch. Nun fieng er an, die Röhre mit Schnee zu umgeben, während er an dem obern Theile derselben beobachtete, was sich mit dem Lichte der Johanniswürmchen zutrug. Bis zum 5ten Grade blieb es sehr lebhaft, beym 4ten fieng es an schwächer zu werden, und beym Eispunkte verschwand es gänzlich. Statt des Sauerstoffgas atmosphärische Luft in die Röhre gelassen, erfolgte das bereits oben Erwähnte, daß nämlich das Licht im Sauerstoffgas in einer um 7 Grad weniger kalten Temperatur verschwand, als in atmosphärischer Luft.

Unter Wasser gebracht leuchteten die Johanniswürmchen eben so gut, wie in atmosphärischer Luft.

Herr Spallanzani glaubt aus diesen Beobachtungen eine große Aehnlichkeit zwischen den natürlichen Phosphoren und dem Kunkelschen zu finden. Letzterer leuchtet im Sauerstoffgas, weniger in atmosphärischer Luft, und in den mephitischen Gasarten

ten gar nicht, welches alles auch bey den natürlichen Phosphoren ſtatt finde. Dieſe Identität der Wirkungen leite uns daher auch, gleiche Identität der Urſach zu vermuthen. Nun ſey es erwieſen, daß das Licht des Kunkelſchen Phosphors durch Verbindung des Sauerſtoffs der Atmoſphäre mit der Subſtanz des Phosphors erzeugt werde; dieſe Verbindung ſey aber ein wahres Verbrennen; daher müßte man annehmen, daß aus derſelben Grundurſache auch das Leuchten aller andern Phosphorarten herſtamme.

Durch das Faulen des Holzes, oder richtiger durch die faulende Gährung, geriethen Waſſerſtoff und Kohlenſtoff deſſelben leichter in Berührung mit dem Sauerſtoffe der Atmoſphäre, welche Verbindung ein langſames Verbrennen verurſache. Nun müßten jene Holzarten leuchten, was ſie in der Sphäre der mephitiſchen Gasarten aus Mangel an Sauerſtoff nicht könnten. Eben dieß gelte von einigen Thieren, die zur faulenden Gährung übergehen, wenn die belebende Kraft zu wirken in ihnen aufhöre. Daß aber nicht jedes Holz, nicht jedes faulende Thier phosphoriſch werde, rühre vielleicht daher, weil ſich nicht aus ihnen zu gleicher Zeit eine ſo große Menge Waſſer- und Sauerſtoff entwickle, als erforderlich ſey, um das Leuchten bemerkbar zu machen.

Auf ähnliche Art laſſe ſich auch das Leuchten der leuchtenden Würmer erklären. Das Athmen der Thiere ſey chemiſch betrachtet bloß ein langſames Verbrennen in den Lungengefäßen vermittelſt des Sauerſtoffgas der atmoſphäriſchen Luft, das darin mit dem Kohlen- und Waſſerſtoffe des Bluts zuſammentrete. Eben ſo ausgemacht ſey es durch neuere Verſuche, daß die Inſekten ſelbſt das atmoſphäriſche

Sauer-

Sauerstoffgas in sich nähmen, und folglich finde hier eine wahre Verbrennung statt. Die Respirationsgefäße der Johanniswürmchen, oder die gewöhnlich an den Seiten der Insekten liegenden Luftröhren aufzufinden, sey ihm bey ihnen nicht gelungen. Dennoch habe er gesehen, daß ihr Bauch mit vielen kleinen Löcherchen versehen sey, die der Luft den Eintritt verschafften, und daß das Innere dieses Bauchs ebenfalls reichlich Luft enthalte. Daher sey es klar, daß die Luft häufig hinein dringe, und folglich erzeuge die Berührung des Sauerstoffs mit den beyden verbrennlichen Substanzen der in den Gefäßen des leuchtenden Bauches vorhandenen Flüssigkeiten, nämlich mit dem Kohlen- und Wasserstoffe, eine Entzündung, die wegen der Durchsichtigkeit des den Bauch umschließenden Häutchens von außen her sichtbar werde.

Einen evidenten Beweis dieses Verbrennens, oder der Verbindung des Sauerstoffgas mit den beyden verbrennlichen Substanzen, gebe die merkliche Zersetzung des Sauerstoffgas, wenn bloß mit ihm das Eudiometer angefüllt werde, worin die Johanniswürmchen sich befänden.

Vermöge dieser Theorie könne man nun auch leicht die übrigen Erscheinungen des Lichts bey jenen Thierchen erklären:

1. Warum sie in Sauerstoffgas bey einer höhern Temperatur zu leuchten aufhörten, als in atmosphärischer Luft? Dieses Phänomen stimme mit dem des Kunkelschen Phosphors überein, der in Sauerstoffgas meistens erst bey einer Temperatur von 22 Grad zu leuchten anfange, da er dieß in gemeiner Luft bereits beym 6ten Grade thue. Der Grund

in

in beyden Fällen ſey derſelbe und ſtütze ſich auf die Natur des Sauerſtoffgas, deſſen Baſis, wenn es rein ſey, eine milde Temperatur erfordere, um mit dem verbrennlichen Körper zuſammen zu treten, im Gegentheil ſich aber ſchon bey einer niedrigern mit Stickgas verbinde.

2. Warum die zitternde Bewegung, ſo wie jede ſowohl natürliche als künſtlich erregte Bewegung überhaupt, den Glanz des leuchtenden Bauches vermehre? Weil alsdann die Flüſſigkeiten deſſelben durch die beſchleunigte Bewegung dem atmoſphäriſchen Sauerſtoff mehr Kohlen- und Waſſerſtoff zuführten; auf dieſelbe Art, wie bey den vierfüßigen Thieren, den Vögeln, und bey uns das Athmen oder das Verbrennen jener beyden Subſtanzen ſtärker ſey, wenn das Blut durch irgend eine innere oder äußere Bewegung mehr aufgeregt werde.

3. Warum die vom ganzen Körper getrennten leuchtenden Bäuche einige Zeit zu glänzen fortführen? Weil, ſo lange Feuchtigkeiten in ihnen blieben, ihr Waſſer- und Kohlenſtoff fortdauernd ſich mit dem Sauerſtoffe der atmoſphäriſchen Luft verbinde. Endlich

4. Warum die Johanniswürmchen im Waſſer wie in der atmoſphäriſchen Luft leuchten? Weil bekannter Maaßen das Waſſer den Sauerſtoff der Atmoſphäre einſauge.

Herr Corradori o) in Prato hat Einwürfe gegen Spallanzani's Bemerkungen über das Leuchten des faulen Holzes und der Johanniswürmchen gemacht:

I.

o) Auszüge aus dem Briefe Corradori's an Fabroni in den Annales de chimie. n. 6. n. 7. I.

1. die phosphoreſcirenden Holzſtücke leuchten auch unter Waſſer, im Oele, ſelbſt in der torricelliſchen Leere, alſo unter Umſtänden, die dem Sauerſtoffgas gar keinen Zugang verſtatten.

2. Warum bemerkte Spallanzani, als er jenes Holz in Glocken mit Lebensluft einſchloß, keine Verminderung des Volumens derſelben, da er dieſes doch bey den Phosphorſubſtanzen der Johanniswürmer wahrnahm?

3. Es ſey nicht gegründet, wenn mehrere Naturforſcher behaupteten, daß luccioloni und lucciole Einem Geſchlechte zugerechnet werden müßten, weil ſie Gattungsunterſchiede hätten, und zwar daß jene die Weibchen und dieſe die Männchen wären. Er könne verſichern, den Bauch der lucciolen mit Eyern angefüllt geſehen zu haben, nur ſeyen dann die leuchtenden Theile des Bauches ſehr viel kleiner. Sie verſtecken ſich dann, aber man finde ſie zuweilen in dieſem Zuſtande auf Kräutern und Geſträuchen.

4. Auch die luccioloni und lucciole leuchteten im Oele. Aus dieſem Allen ſcheine zu folgen, daß weder bey den Hölzern, noch bey den Johanniswürmchen eine langſame Verbrennung, wie Spallanzani meine, vorgehe. Ueberhaupt führten ſeine Erfahrungen auf Reſultate, welche von denen des letztern ſehr verſchieden waren. Vielleicht, daß die nicht athmenbaren Gasarten auf dieſe phosphoriſchen Subſtanzen einen vorübergehenden Eindruck machten, welcher fähig ſey, das Ausſtrömen ihres Lichts zu verhindern, ſo wie im Gegentheil das Sauerſtoffgas durch eine eigenthümliche Einwirkung dieſes Ausſtrömen vermehre. Warum, fragt er, ſollten nicht jene Gasarten einen Einfluß haben können, den wir noch nicht kennten?

ten? Sahe er doch die phosphorische Substanz im Weingeiste und Weinessige sogleich ihres Glanzes beraubt werden, aber im Oele, Wasser und Luft wieder aufleuchten.

5. Die Bemerkung, daß die phosphorische Substanz derselben das Volumen der Lebensluft vermindere, sey nicht entscheidend; wie viele Substanzen veränderten diese nicht durch ihre Ausflüsse und brennten doch nicht, und seyen auch keine Phosphoren.

6. Es sey ferner ein beträchtlicher Unterschied zwischen dem künstlichen und jedem natürlichen Phosphor; jener leuchte nur bey einer bestimmten Temperatur, dieser bey jeder, sobald sie nur nicht seine Substanz angreife. Dieß beweise wohl, daß das Leuchten bey diesem nicht Wirkung einer Verbrennung sey, da jede Verbrennung eine mehr oder weniger hohe Temperatur bedürfe.

7. Was die Erklärungsart Spallanzani's über die Verwandlung des Holzes in Phosphor betreffe, indem er annehme, daß der entblößte Wasserstoff und Kohlenstoff den Sauerstoff anziehe: so müsse er sie nach seinen Beobachtungen als unwahrscheinlich verwerfen. Vielmehr sey gewiß, daß die Hölzer, sobald sie zu leuchten anfangen, ihre harzigen Theile fast ganz verloren hätten, und daß sie daher fast nichts mehr von jenem Grundstoffe, es sey Wasserstoff oder Kohlenstoff, der sie zum Verbrennen geschickt machte, behielten; daß sie daher, wenn man sie in die Flamme werfe, nur sehr schlecht brennten. Er sey dagegen ganz überzeugt, daß sie sich um eben so viel dem Phosphoresciren näherten, als sie brennbaren Stoff verlieren, und daß davon die Fähigkeit, das Licht zu absorbiren und zurück zu halten, abhange.

Diese Meynung könnte man ohne Zwang auch auf die Fähigkeit verschiedener Thiere, zu leuchten, ausdehnen. Denn da jene leuchtende Substanz weder harziger noch öliger Natur sey, so könne sie nicht viel Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten, also auch nicht sehr verbrennlich seyn.

8. Wenn die lucciole wirklich nur darum auch unter dem Wasser leuchteten, weil sie nach Spallanzani's Meynung den Sauerstoff, welchen das Wasser absorbirt habe, dazu gebrauchten; so müsse man natürlich fragen, warum der künstliche Phosphor nicht auch unter Wasser leuchte? Ferner müßte man diese Behauptung auch durch Erfahrung unterstützen, z. B. daß die phosphorische Substanz der lucciole wirklich im Wasser Sauerstoffgas absorbire, und daß sie in dem Wasser, das kein Sauerstoffgas enthalte, auch nicht leuchten könne.

Nach des Herrn Corradori p) Erfahrungen hängt das Leuchten der Johanniswürmer von keiner äußern Ursache, sondern ganz von der Willkühr dieses Insekts ab. Während sie frey umherfliegen, ist ihr Leuchten sehr gleichförmig, sobald sie aber eingefangen werden, leuchten sie sehr ungleichförmig, oft gar nicht. Aengstigt man sie, so verbreiten sie ein sehr lebhaftes Licht, und dieß scheint ein Zeichen ihres Zorns zu seyn. Legt man sie auf den Rücken, so leuchten sie fast ununterbrochen, indem sie sich bemühen, sich umzudrehen. Bey Tage muß man sie quälen, ehe

p) Annali di chimia &c. di *Brugnatelli* in Pavia. 1797. T III. in Gilberts Annalen der Physik. B. I. S. 205 f.

ehe ſie leuchten; und daraus ſcheine zu folgen, daß der Tag die Zeit ihrer Ruhe ſey.

Die Johanniswürmchen leuchteten nach Gefallen an jedem einzelnen Theile ihres Bauches; ein Beweis, daß ſie jeden einzelnen Theil dieſes Eingeweides unabhängig von den übrigen bewegen könnten. Die Fähigkeit zu leuchten hört nicht durch Einſchneiden oder Zerreißen des Bauches auf; denn Corradori trennte einen Theil deſſelben, der ganz erloſchen ſchien, vom übrigen Körper, und ſah ihn bald darauf während einigen Sekunden hell leuchten und dann allmählig verlöſchen. Oft ſahe er ſolche abgeſchnittene Stücke plötzlich funkeln und wieder verlöſchen, und bald darauf von neuem leuchten. Dieſe Erſcheinung erklärt er aus einem Ueberbleibſel von Irritabilität, oder aus einem Stimulus, welchen die Luft hervorbringe. Dieß ſchien ihm um ſo wahrſcheinlicher, da eine mechaniſche Erregung dieſelbe Wirkung hatte.

Ein leichter Druck ſey hinreichend, ihnen das Vermögen, willkührlich im Leuchten aufzuhören, zu rauben. Corradori vermuthet daher, daß der Mechanismus, durch den ſie das Aufhören des Leuchtens bewirken, auf einer eigenen Membran beruhe, in welche ſie die phosphoriſche Subſtanz zurückziehen könnten. Eine andere Vermuthung Corradori's iſt, daß dieſes Leuchten in Zitterungen oder Schwingungen der phosphoriſchen Maſſe beſtehe, und daß gar kein Ausſtrömen aus derſelben ſtatt finde, ſondern daß alles im Innern des leuchtenden Bauches vorgehe. Beym höchſten Grade des Leuchtens kann man ohne Schwierigkeit die kleinſte Schrift leſen.

Der

Der leuchtende Theil der Insekten erstreckt sich aber nur über die letzten Ringe ihres Bauches. Dort sind zwey Membranen, von welchen die eine den obern, die andere den untern Theil des Bauches bildet, und die mit einander verbunden sind. In diesem Behältnisse befindet sich die leuchtende Masse, die einem Teiche gleicht, einen Knoblauchsgeruch, aber wenig Geschmack hat, und bey dem leichtesten Drucke aus dieser Art von Tasche herausgeht. So ausgedrückt verliert sie in wenigen Stunden ihren Glanz, und verwandelt sich in eine weiße trockene Masse.

Taucht man ein Stück des Phosphorbauchs in Oel, so leuchtet es nur schwach und erlöscht bald. Im Wasser leuchtet es dagegen mit gleicher Stärke, wie in der Luft, und länger.

Corradori schließt aus diesem Leuchten in Oel, worin sich kein Luftbläschen befindet, so wie in der torricellischen Leere, daß das Leuchten der fliegenden Johanniswürmchen weder die Wirkung einer langsamen Verbrennung, noch, wie Göttling meyne, die Fixirung des Stickgas sey; und daß die Ursache des stärkern Leuchtens dieser Insekten im Sauerstoffgas nicht durch ein lebhafteres Verbrennen in diesem Gas, sondern dadurch veranlaßt werde, daß sich die Insekten, wie die meisten Thiere, im Sauerstoffgas vorzüglich wohl befänden. Dagegen meynt er, daß das Licht, welches diese Insekten zeigen, ihnen eben so angenehm und eigenthümlich sey, wie den andern Thieren die Fähigkeit, in bestimmten Organen das elektrische Fluidum zu sammeln und willkührlich zu verbreiten, und daß sich das Fluidum, welches das Licht bildet, bey ihnen vielleicht in einem verdichteten Zustande befinde. Es ist möglich, sagt er, daß sie durch ihre besondere

Organisation die Fähigkeit besitzen, aus ihren Nahrungsmitteln das Licht auszuscheiden, und es in dem beschriebenen Behälter zu sammeln. Oder sie dienen vielleicht dazu, aus der atmosphärischen Luft dieses Licht eben so durch einen chemischen Prozeß auszuscheiden, wie andere Thiere die Wärme. Das System Göttling's, so wie es Brugnatelli vereinfacht habe, könne dieser Meynung sehr viel Wahrscheinlichkeit geben.

Endlich zeigt Corradori noch, daß das Leuchten dieses Insekts von seinem Leben unabhängig sey, und mehr von dem nöthigen Grade der Weichheit der phosphorescirenden Substanz abhänge. Das Trocknen derselben endigt das Leuchten, welches sich jedoch beym Einweichen in Wasser wieder zeigt; ein Umstand, den Reaumür, Beccaria und Spallanzani auch bey den Pholaden und Medusen bemerkt haben.

Taucht man sie abwechselnd in laues und kaltes Wasser, so leuchten sie in jenem lebhaft, in diesem erlöschen sie, welches Corradori aus dem Wohlbefinden im erstern und aus dem Uebelbefinden im letztern ableitet.

Ueber das Leuchten des faulen Holzes hat auch Herr von Humboldt sehr genaue Versuche angestellt. Im kohlensauren Gas, durch Phosphor des Sauerstoffgas beraubt, hörte das Leuchten auf; einige hineingebrachte atmosphärische Luft stellte es aber wieder her. Im Sauerstoffgas leuchtete das Holz nicht stärker; die Absorption war nicht stark, aber bald bemerkte man Kohlensäure darin. Im reinen Stickgas, so wie im reinen Wasserstoffgas erlosch das Licht schnell;

schnell; hineingelassene atmosphärische Luft stellte das Leuchten wieder her. Diese Luftarten waren durch Phosphor gereinigt. Damit man aber die Schuld dieses Verlöschens nicht der verdampften phosphorischen Säure geben könne, zeigte Herr von Humboldt, daß das Holz in atmosphärischer Luft, die stark damit angefüllt war, leuchtete. Heiße Luft und heißes Wasser vernichten das Leuchten (zwischen 30 und 32° Reaum. hört das Leuchten auf), im kalten Wasser leuchtet es lange. In alkalischer Auflösung verschwindet der Glanz; im Alkohol in 6 Minuten; in allen Säuren 9 bis 12 Minuten nach dem Eintauchen. Ueberdieß hat Herr von Humboldt noch angeführt, daß das unterirdische Grubenholz nie leuchte; er glaubt dieß der Abwesenheit des Lichts zuschreiben zu können, und führt ein Beyspiel von einem Bolzen an, dessen oberer Theil nur so weit er dem Lichte ausgesetzt war leuchtete. Dagegen bemerkt aber Herr von Arnim, daß er ein Holz, welches fortdauernd dem Lichte ausgesetzt gewesen war, nicht leuchten gesehen habe, und Herr Gärtner, ein sorgfältiger Beobachter dieser Erscheinungen, fordere ausdrücklich Abwesenheit des Lichts. Nie werde das äußerlich faule Holz leuchten; gemeiniglich müsse man bey den Hölzern ein Stück wohl erhaltenes Holz von dem leuchtenden abreissen, und dieses, durch das umgebende Holz von dem Sauerstoffgas der Atmosphäre gesondert, könne so durch Fäulniß eine Mischung erhalten, in der es ohne vorhergehende Temperaturerhöhung verbrenne.

Da bisher nur sehr wenige Beobachtungen über diejenige Gattung des Lichts, welches verschiedene Körper von selbst ausströmen, bekannt waren, so unter-

nahm es Herr Nathan Hulme q), dieſen wichtigen Gegenſtand einer nähern Prüfung zu unterwerfen. Der Ort, wo er ſeine Verſuche anſtellte, war ein finſteres Steingewölbe, deſſen Wärme das Jahr hindurch abwechſelnd zwiſchen 40 und 54° Fahrenh. war. Die Reſultate ſeiner Verſuche gaben ihm folgendes:

1. Die Menge des Lichts, welches faulende thieriſche Körper ausſtrömen, ſteht nicht im Verhältniß mit dem Grade der Fäulniß, wie man gewöhnlich annimmt; ſondern je größer die Fäulniß iſt, deſto geringer iſt umgekehrt die Menge des ausſtrömenden Lichts. So leuchteten drey friſche, geſchuppte und ausgenommene Heringe, welche an einem Faden aufgehangen waren, anfänglich außerordentlich ſtark. Als ſie aber mehr in Fäulniß übergingen, verminderte ſich die Menge des Lichts, und es erloſch zuletzt gänzlich. Eben dieß fand auch bey Makrelen und beym thieriſchen Fleiſche ſtatt.

2. Dieß freywillig ausſtrömende Licht iſt ein beſonderer Beſtandtheil verſchiedener Körper, vorzüglich der Seefiſche, und kann durch einen eigenen Prozeß von ihnen getrennt, zurückgehalten, und eine Zeitlang bleibend gemacht werden. Es ſcheint ihrer ganzen Subſtanz einverleibt, und ein Beſtandtheil derſelben nach der Art aller Beſtandtheile zu ſeyn. 4 Drachmen der Quere nach abgeſchnittenes friſches Heringsfleiſch wurde in eine weithalſige runde Drey-Unzen-Flaſche gelegt, und darin mit einer Auflöſung von zwey Drachmen Epſom- oder Bitterſalz in zwey Unzen kaltes Brunnenwaſſer übergoſſen. Am zweyten Abend konnte man deutlich einen leuchtenden Ring wahr-

q) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Vol. IV.

wahrnehmen, der auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwamm, indeß der untere Theil derselben dunkel war. Als die Flasche geschüttelt wurde, wurde das Ganze sogleich leuchtend, und blieb in diesem Zustande. Am dritten Abend hatte sich das Licht wieder an die Oberfläche erhoben, aber der leuchtende Ring schien weniger lebhaft, und beym Schütteln wurde die Flüssigkeit nicht so hell erleuchtet, bis endlich das Licht ganz erloschen.

Als ferner ein frischer Hering der Länge nach zerschnitten, und beyde Stücke aufgehangen wurden, so waren diese in der zweyten Nacht an der Hautseite sehr glänzend, in der dritten Nacht war auch der fleischige Theil mit einem reichen Azurlichte dick bedeckt; in der vierten Nacht bis zur sechsten Nacht blieb dieser Theil noch glänzend, und es war zu bewundern, welch eine außerordentliche Menge Licht von der innern Seite dieses einzelnen Fisches ausströmte.

Herr Hulme bemerkt hiebey, daß das Licht wahrscheinlich der Bestandtheil ist, der nach dem Tode der Seefische zuerst entweicht.

3. Einige Stoffe haben das Vermögen, das freywillige Licht auszulöschen, wenn es mit ihnen in Berührung gesetzt wird. Die leuchtende Materie, die vom Heringe und der Makrele ausgeht, wurde schnell ausgelöscht, wenn man sie mit folgenden Substanzen vermischte: 1. Wasser für sich allein; 2. Wasser, das mit ungelöschtem Kalk, oder mit kohlensaurem Gas, oder mit Schwefellebergas angeschwängert war; 3. gegohrne Säfte; 4. Spirituosa, 5. mineralische Säuren; 6. fixe und flüchtige Laugensalze aufgelößt in Wasser; 7. Mittelsalze, nämlich satu-

rirte Auflöſungen von Epſomer Salz, Küchenſalz mit Salmiak; 8. Aufgüſſe von Chamillenblumen, ſpaniſchem Pfeffer und Kampfer, mit ſiedend heißem Waſſer bereitet, aber erſt nach ihrem gänzlichen Erkalten angewandt; 9. reiner Honig, wenn er ohne weitern Zuſatz gebraucht wurde.

4. Andere Stoffe haben die Kraft, das von ſelbſt entſtehende Licht eine Zeitlang dauernd zu machen, wenn es mit ihnen in Berührung kommt. Ein Theil des vom Heringe abgeſchabten Lichts wurde gemiſcht mit einer Auflöſung von 2 Drachmen Epſomer Salz in 2 Unzen kaltes Brunnenwaſſer. Nachdem das Gemiſch eine Zeitlang durch einander geſchüttelt war, wurde die ganze Flüſſigkeit ganze 24 Stunden hindurch leuchtend.

5. Wenn das von ſelbſt entſtehende Licht durch irgend einen Stoff ausgelöſcht iſt, ſo geht es nicht verloren, ſondern kann zu ſeinem vorigen Glanze wieder erweckt werden, und zwar durch die einfachſten Mittel. Es wurde etwas ſcheinender Stoff von einer Makrele zu einer Auflöſung von 7 Drachmen Epſomer Salz in einer Unze Waſſer gemiſcht. Das Licht derſelben wurde auf der Stelle erſtickt. Als man hierauf zu dieſer Auflöſung noch 6 Unzen kaltes Brunnenwaſſer goß, ſo leuchtete die ganze Flüſſigkeit zum Erſtaunen aufs ſchönſte.

6. Das von ſelbſt entſtehende Licht wird lebhafter gemacht durch Bewegung.

7. Auch iſt dieſes Licht von keiner merklichen, durch das Thermometer wahrnehmbaren Wärme begleitet.

8.

8. Die Kälte erlöscht das von selbst entstehende Licht für eine gewisse Zeit, aber nicht für immer.

9. Eine mäßige Erwärmung erhöht das Licht, eine starke Hitze hingegen verlöscht es.

Hierauf untersuchte Hulme auch, was für Wirkungen verschiedene Luftarten auf das von selbst ausströmende Licht hervorbringen. Seine Versuche zeigten, daß todte Körper, wie Heringe, Makrelen und andere, das Licht nur aus Stellen, welche eine Zeitlang mit der atmosphärischen Luft in Berührung gewesen sind, ausströmen lassen, und daß ein Luftstrom aus Blasebälgen diese Art von Licht nicht verstärkt, wie das bey dem Lichte der Fall ist, das sich beym Verbrennen zeigt. Im Sauerstoffgas ward diese Art von Licht nicht merklich lebhafter, als es in atmosphärischer Luft ist; ganz dem entgegen, was mehrere Schriftsteller behaupten. Im Stickgas, welches gewöhnlich das Leuchten der Körper vermindert, war es besonders merkwürdig, daß dasjenige, welches unfähig ist, das Licht beym Verbrennen zu unterhalten, dem von selbst entstehenden Fischlichte, wenn es auf einem Kork geschmiert ist, so ausnehmend beförderlich ist, und es glänzender und überhaupt länger erhält, dabey doch das Fischfleisch verhindert, leuchtend zu werden, und den Schein des faulen Holzes verlöscht. Was das Wasserstoffgas betrifft, so hindert dieses im Allgemeinen das von selbst entstehende Licht, sich zu entwickeln, oder verlöscht es, wenn es im Entbinden ist, ohne daß es jedoch dasselbe unfähig macht, in der atmosphärischen Luft schnell wieder angefacht zu werden, wenn gleich der scheinende Körper eine beträchtliche Zeitlang im Hydrogengas im Zustande der Dunkelheit erhalten worden. Auch das

kohlen-

kohlenſaure Gas hat die Eigenſchaft, das von ſelbſt entſtehende Licht zu verlöſchen; doch nur ſo, daß es ſich an der atmoſphäriſchen Luft wieder anfacht. Noch viel ſchneller, als das Sauerſtoffgas, bringt das Schwefelwaſſerſtoffgas das von ſelbſt entſtandene Licht zum Verlöſchen, ſo daß das darin erloſchene Licht in der atmoſphäriſchen Luft erſt ſpäter wieder erſcheint. Das Salpetergas hindert das von ſelbſt entſtehende Licht, ſich zu entwickeln, und verlöſcht das ſich bereits entbundene ſchnell. Zugleich macht es, daß das Licht (das der Johanniswürmchen ausgenommen) auch in der atmoſphäriſchen Luft ſich nicht mehr entbindet. Im luftleeren Raume verloſch das Licht zuletzt gänzlich; als die Luft aber wieder zugelaſſen wurde, ſtrahlte es ſogleich in ſeinem vorigen Glanze fort.

Dieſe neuern Bemerkungen über die verſchiedenen Lichtmagnete haben auch verſchiedene Meynungen über die Natur des Lichts veranlaßt. Mehrere nehmen mit den erſtern Beobachtern an, daß das Licht, als eigene Materie, von den ſogenannten Leuchtſteinen eingeſogen werde, und ihnen adhärent ſey, welches ſie aber im Dunkeln wieder ausſtrömten, und dadurch das Leuchten verurſachten. Auch Viele unter denjenigen, welche das Leuchten der natürlichen und künſtlichen Phosphore als ein wirkliches Verbrennen betrachten, wovon weiter unten mehrere Beobachtungen erzählt werden ſollen, haben eine eigene Lichtmaterie behauptet, welche wiederum von Einigen als verſchieden, von Andern als einerley mit der Wärmematerie betrachtet wird. Noch Andere ſuchen hieraus die Nichtexiſtenz der Lichtmaterie darzuthun.

Herr

Herr Prof. Pelin r), welcher die Lichtmaterie für eine bloße Modification der Wärmematerie annimmt, macht gegen diejenigen, welche eine besondere Lichtmaterie annehmen, folgende Bemerkungen:

1. Wenn das Licht von den Phosphoren wirklich eingesogen wird, so müßten diese gerade solches wieder ausstrahlen, welches man auf sie fallen ließ; rothes, grünes, u. s. w. Licht, je nachdem man sie rothen, gelben oder andern Strahlen ausgesetzt hätte. Es ist aber gewiß, daß das Licht dieser Lichtmagnete ein mal wie das andere mal aussieht.

2. Warum sollten die Lichtmagnete in irrespirabeln Gasarten, in denen sie nicht leuchten, nicht auch Licht einsaugen können? — oder, wenn sie es thun, warum nicht wieder ausstrahlen?

Auch bemerkt Herr Scherer s), daß die Erscheinungen des Canton'schen Phosphors vom bloßen Einflusse des Lichts keinesweges abhängen könnten, indem er Beccari's Beobachtung (Th. IV. S. 770.), nach welchem dieser Phosphor, wenn er mit gefärbten durchsichtigen Gläsern bedeckt den Sonnenstrahlen ausgesetzt wird, nachher im Dunkeln unbedeckt mit einem eben so gefärbten Lichte leuchten soll, als die Farbe des Glases ist, womit er vorher bedeckt war, nicht bestätigt gefunden habe; indeß scheine sie noch einer genauern Prüfung zu verdienen, als es ihm möglich gewesen sey.

In

r) Lehrbuch der Experimental-Naturlehre. Ansbach 1796. S. 289.

s) Nachträge zu den Grundzügen der neuern chemischen Theorie. Jena 1796. 8. S. 91 u. f.

In Rücksicht des Balduinischen Phosphors bemerke er nur eine Beobachtung, die es ihm wahrscheinlich mache, daß auch das Leuchten desselben von dem Zutritte des Sauerstoffgas abhänge: daß nämlich der größte Theil der in der Mitte übrigbleibenden Erde die leuchtende Eigenschaft nicht annimmt, sondern immer nur ringsum an der Oberfläche dieses Leuchten zeigt. Er macht sich von dem Leuchten des Canton'schen und Bononischen Leuchtsteins folgende Vorstellung. Er glaubt es als Thatsache annehmen zu dürfen, daß oxydirte, d. h. mit wenigem Sauerstoffe verbundene Substanzen, die Fähigkeit besitzen, sich des Sauerstoffs aus seinen übrigen Verbindungen sehr schnell zu bemächtigen. Die Schwefelsäure des Schwerspaths, der zur Bereitung des Bononischen Leuchtsteins dienet, werde offenbar zerselzt, weil theils die Bereitung nur unter dem Einflusse der Kohlen gelinge, deren Kohlenstoff sich mit dem Sauerstoff zur Kohlenstoffsäure vereinige, theils gebe es auch der deutliche Geruch nach Schwefelerde hinreichend zu erkennen, theils werde es auch daraus wahrscheinlich, daß derselbe die Fähigkeit, zu leuchten, nachdem er sie verloren habe, wieder erhalte, wenn ihm durch wiederholtes Glühen aufs neue der aus der Luft während seinem Leuchten angenommene Sauerstoff entzogen werde. Von dem Canton'schen sey es offenbar, daß er wirklich einen Antheil Schwefel im oxydirten Zustande erhalte, da man bey der Bereitung desselben allen Zutritt der Luft nicht abzuhalten vermöge, und da man auch in ähnlichen Zusammensetzungen wirklich schwefelsaure Kalkerde gefunden habe. Würden nun diese Schwefelerden, in denen der Schwefel sich im oxydirten Zustande befinde, dem Einflusse der atmosphärischen Luft bey einer nicht zu niedrigen Temperatur

ausge-

ausgesetzt, so säuerten sie sich vollkommener, — es sey demnach dieses Leuchten ein schwaches Verbrennen zu nennen. Inwiefern hiebey das in der Luft befindliche Wasser mitwirke, wäre ebenfalls noch auszumitteln. Diese Erklärung werde ihm besonders dadurch wahrscheinlicher, weil nach der Entziehung des aufgenommenen Sauerstoffs auch die Fähigkeit zu leuchten wieder hergestellt werde.

Was die sogenannten Irrlichter betrifft, so beobachtete Herr Chladni t) im Jahre 1781. in der Dämmerung an einem warmen Herbstabende, kurz nach einem Regen, eine merkwürdige Erscheinung im großen Garten bey Dresden. Viele leuchtende Punkte hüpften im nassen Grase nach der Richtung des Windes; einige setzten sich an die Räder des Wagens. Bey der Annäherung flohen sie, so daß es schwer ward, sie zu erhaschen; die Herr Chladni aber faßte, waren kleine gallertartige Massen, wie Froschleich. Sie hatten weder merklichen Geruch noch Geschmack, und mochten nach Herrn Chladni's Urtheile verfaulte Pflanzentheile seyn.

Nach dem Urtheile der Antiphlogistiker sind die Irrlichter wahrscheinlich weiter nichts, als gephosphortes Wasserstoffgas, welches sich aus verfaulten thierischen und vegetabilischen Substanzen entwickelt. Auch vermuthet Herr Hube u), daß die Irrlichter auf ähnliche Art, wie das Leuchten faulender Fische, aus faulenden Dämpfen entstehen, welche sich in die Luft

t) Ueber den Ursprung einiger Eisenmassen u. s. f. Leipz. 1794. 4. S. 27.

u) Vollständ. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. Th. II. Brief 45.

Luft erheben, und ohne Wärme leuchten; übrigens dauerten ſie zu lange, als daß ſie brennen ſollten.

Nach Volta's [x]) Muthmaßung entſtehen die Irrlichter von der aus moraſtigen Oertern aufſteigenden brennbaren Sumpfluft, welche durch die Vermiſchung mit atmoſphäriſcher Luft entzündet werden kann. Dieſe durch einen elektriſchen Funken entzündet gebe nämlich eine bläuliche Flamme, welche dem Scheine der Irrlichter ziemlich ähnlich ſey. — Nach dieſer Muthmaßung iſt es nur nicht ganz einzuſehen, durch welche Naturoperation ein elektriſcher Funke entſtehe, welcher die aus den Sümpfen aufſteigende Luft anzünden könne. — Nach Reimarus [y]) können die Irrlichter deswegen nicht elektriſch ſeyn, weil ihr Licht zu matt wäre.

Eigenſchaften des Isländiſchen Kryſtalls oder des Doppelſpaths.

Beccaria hatte die Frage aufgeworfen, ob es nicht, außer dem Doppelſpath und Bergkryſtall, noch mehr Körper gebe, welche eine vielfache Brechungskraft beſitzen? Nach Briſſon [z]) ſoll man wirklich die Verdoppelung der Bilder in allen durchſichtigen und feſten Körpern, die künſtlichen Gläſer, den Flußſpath und einige Edelgeſteine ausgenommen, finden.

Der

x) Lettere ſullaria inflammabile nativa delle paludi. Como 1776. 8.

y) Vom Blitze. §. 100. u. 168.

z) Péſanteur ſpecifique des corps &c. à Paris 1787. 4. Préf.

Der Abbé Rochon [a]) will gefunden haben, daß man einen künstlichen Doppelstein erhalte, wenn man Scheibchen Glas von verschiedener Brechbarkeit auf einander legt, und solche durchs Feuer mit einander verbindet oder zusammenschmilzt.

Herr Silberschlag [b]) hat versucht, eine Erklärung von den Erscheinungen des isländischen Krystalls zu geben. Er führt an, daß der Zusammenhang der Theile, die allemal eine rhomboidalische Figur bilden, nach der Richtung durch die Diagonale von einem spitzigen Winkel zum andern am stärksten sey. Nach ihm soll die Linie der Verdoppelung allezeit mit der Diagonale aus den stumpfen Ecken parallel gehen. Allein nach Huygens sehr genauen Bestimmungen erfolgt dieß nicht; denn der Hauptschnitt ist keine Diagonalfläche. Die Erklärung des Herrn Silberschlags kommt darauf an, daß von einem Punkte, auf welchen ein rhomboidalischer Körper gebracht worden, einige Strahlen aus der Oberfläche, andere aus der Seitenfläche herauskommen, und wegen der verschiedenen Brechung das Auge rühren können. — Es lassen sich zwar hieraus einige Erscheinungen erklären; allein Huygens Beobachtungen der Brechung durch mehrere Stücke, und die von Martin bleiben daraus ganz unerklärbar.

Auch

a) Recueil de mémoires sur la mécanique et la physique. à Paris 1783. 8.

b) Ueber den isländischen Krystall oder Doppelspath, in den Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde von der Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin. B. II. St. 2. 1787.

Auch Herr Hauy c) hat ſich mit dieſem Gegenſtande beſchäftigt, und beſonders verſchiedene Thatſachen, die man im Allgemeinen durch eine oder zwey rhomboidaliſche Stücke des Kryſtalls beobachten kann, angegeben, und nachher verſucht, dieſe Thatſachen ganz allein aus der gewöhnlichen Brechung zu erklären.

Es ſey (fig. 9.) b e ein Rhomboid von Kryſtall, welches ſo liegt, daß a und n die beyden ſtumpfeſten Ecken ſind, welche von drey ſtumpfen Winkeln von 101° 32′ 13″ gebildet werden, und daß ihre untere Baſis auf einem Papiere ruht. Ein Punkt p mit Tinte gezeichnet falle in die kleinere Diagonale b n der untern Baſis. Man halte das Auge ſo, daß der Strahl in der Ebene b a e n ſey, die durch die kleinern Diagonalen a e und b n, und durch die Seitenlinien a b und e n begrenzt wird. Wenn nun der Seheſtrahl vom Punkte p zu gleicher Zeit perpendikulär iſt auf b n, ſo ſieht man ein Bild dieſes Punkts in der Richtung der Perpendikulärlinie, und ein zweytes, das einem Punkte l zugehört, auf der Diagonale zwiſchen p und n. Dieſes zweyte Bild liegt tiefer als das erſte unterhalb der Fläche a d e f.

Wenn ſich der Seheſtrahl nach einer oder der andern Seite von der Perpendikulärlinie beym Punkte p entfernt, doch ſo, daß er noch in der Ebene b a n e bleibt, ſo wird der Beobachter ebenfalls wahrnehmen, daß die Bilder des Punkts p nicht weiter auf der Linie b n, auch nicht auf einer damit parallel laufenden, ſondern

c) Choix ſur divers objets d'hiſtoire naturelle par MM. *Lamark*, *Bruquière*, *Olivier*, *Hauy* et *Pelletier*. T. I. à Paris 1792. überſ. in Grens neuem Journal der Phyſik. B. II. S. 403. f.

sondern auf einer Linie liegen, die einen größern oder kleinern Winkel mit bn bildet, doch so, daß das tiefere Bild immer dem Winkel n am nächsten ist.

Auch gibt es eine Stellung des Auges, bey welcher das tiefer liegende Bild in der Verlängerung des Sehestrahls ist. Diese findet statt, wenn etwa nur 2 Grad fehlen, damit der Strahl mit der Seitenkante ab parallel sey. In diesem Falle hat Hauy die Neigung des Sehestrahls, gegen die Diagonale ae unterhalb des Rhomboids genommen, 73° 38′ gefunden, woraus folgt, daß der Winkel, welcher durch ae mit dem verlängerten Sehestrahle unter der Fläche adef gebildet wird, 106° 22′ ist, während der Winkel eab = 108° 27′ ist.

Eine merkwürdige Beobachtung ist folgende von Herrn Monge: man nehme das Rhomboid, lege den Zeigefinger an die Kante ab, den Daumen an die Kante en, und halte die obere Fläche adef sehr nahe ans Auge, so daß das eine von den beyden Bildern, z. B. das Bild p, jenseits des andern Bildes l in Beziehung auf den Beobachter liege. Nun führe man eine Karte, die man an die untere Fläche hält, an derselben sanft von b gegen n, bis sie eins von beyden Bildern bedeckt. Man sieht mit Verwunderung, daß das Bild, welches die Karte dem Gesichte entzieht, nicht das Bild p ist, das nach der Seite hin liegt, von welcher die Karte kommt, sondern das Bild l zunächst an der Seite des Beobachters.

Betrachtet man die Bilder eines Punkts durch zwey über einander liegende Rhomboiden, welche so gestellt sind, daß ihre analogen Seitenflächen unter

ſich parallel laufen, ſo ſieht das Auge ebenfalls noch zwey Bilder vom Punkte p, welche bloß weiter von einander abſtehen, als bey einem einzelnen Rhomboid. Wird das obere Rhomboid auf dem untern herumgedreht, ſo daß beyde eine ſolche Lage gegen einander haben, wie die fig. 10. anzeigt, ſo ſieht das Auge ebenfalls zwey Bilder, welche einander deſto näher liegen, je mehr ſich die Dicken der angewandten Rhomboiden gleich kommen, dergeſtalt, daß wenn die Dicken gleich ſind, der Punkt p auf der Diagonale bn, und der Seheſtrahl in der Ebene aenb iſt, beyde Bilder zu einem einzigen zuſammenfließen.

Merkwürdig ſind aber folgende Phänomene mit zwey Rhomboiden. Wenn dieſe ſo über einander geſtellt ſind, daß die analogen Seitenflächen mit einander parallel laufen, ſo laſſe man das obere Rhomboid auf dem untern ſich ſanft drehen, doch ſo, daß ſie mit ihren Flächen immer parallel ſind, wofern ſie nicht auf einander liegen; man wird bald zwey neue Bilder entſtehen ſehen, welche anfänglich ſehr ſchwach ſind, und nach und nach an Intenſität zunehmen. Zu gleicher Zeit werden die beyden erſten Bilder ſtufenweiſe ſchwächer werden, und endlich ganz verſchwinden, welches geſchieht, ehe das obere Rhomboid $\frac{1}{4}$ von der ganzen Umdrehung gemacht hat. Fährt man mit der Umdrehung des obern Rhomboids fort, ſo finden dieſelben Wirkungen ſtatt, aber in verkehrter Ordnung, nämlich die beyden erſtern Bilder erſcheinen wieder, und ihre Stärke nimmt nach und nach zu, während die der beyden andern abnimmt, bis ſie endlich ganz verſchwinden, wenn das obere Rhomboid gegen das Ende einer halben Umdrehung kommt. Uebrigens bemerkt man, daß die vier Bilder immer gegen die

vier

vier Winkel eines Vierecks zu liegen, dessen Figur sich ändert, so wie das obere Rhomboid gegen das untere seine Lage ändert.

Alle diese Erscheinungen erklärt Herr Hauy nach den gewöhnlichen Regeln der Brechung auf folgende Art: es sey (fig. 11.) aenb ein Durchschnitt dieses Spaths in der Ebene des Vierecks, welches in fig. 9. durch eben dieselben Buchstaben bezeichnet ist. Wenn ein Strahl st senkrecht auf ae fällt, so wird dieser Strahl beym Einfallspunkte t sich in zwey Theile theilen, anstatt einfach zu bleiben, wie im Glase, Wasser u. s. f. Der eine tl wird in der Richtung des einfallenden Strahls bleiben, wie im gewöhnlichen Falle, und der andere wird sich vom vorigen nach tf entfernen, und gegen den spitzen Winkel b zu werfen. Ist der einfallende Strahl ST schief auf ae, so wird er sich ebenfalls in zwey Theile theilen, wovon der eine Theil TL sich wie gewöhnlich brechen, und dem Einfallslothe CM nähern wird, so daß der Brechungssinus beständig $\frac{3}{7}$ des Einfallssinus ist; der andere Theil FT wird sich stets vom vorigen entfernen gegen den Winkel b hin nach einem besondern von Herrn Hauy nicht angegebenen Gesetze. Die Brechung dieses Strahls TF hat mit den gewöhnlichen Brechungen das gemein, daß dieser Strahl nach seinem Austritte in F eine Richtung FH erhält, die der des einfallenden Strahls ST parallel ist. Den Strahl TL nennt Herr Hauy den gewöhnlichen Strahl, und den Strahl TF den Abweichungsstrahl, und die Entfernung FL eines Strahls vom andern auf der untern Fläche die Weite der Abweichung.

Es ſey nun wiederum (fig. 12.) aenb die vierſeitige Durchſchnittsfigur, die aus den kleinern Diagonalen der beyden Oberflächen und den zugehörigen Seitenkanten entſpringt; ferner ſey p ein ſichtbarer Punkt, der in einer gewiſſen Entfernung unter dem Spathe iſt, und f ſey die Stelle des Auges. Der Punkt p ſchickt gegen den Spath Strahlen in allen möglichen Richtungen. Unter allen dieſen Strahlen giebt es einen, wie pl, deſſen Theil lt, der als gewöhnlicher Strahl anzuſehen iſt, nach der Brechung in t zum Auge in f nach einer Linie tf, die mit pl parallel iſt, gelangt. Der Abweichungsſtrahl, welcher dem einfallenden Strahl pl zugehört, entfernt ſich von der Richtung lt gegen den ſpitzen Winkel e zu, und da er bey ſeinem Austritte, z. B. in z, wieder mit pl parallel wird, ſo geht er fürs Auge verloren.

Unter allen andern Strahlen, die von dem Punkte p ausgehen, giebt es nun einen zweyten, deſſen Richtung po ſich der Richtung pl ſo nähert, daß, wenn or der gewöhnliche Strahl für dieſen zweyten Strahl iſt, der Theil ou, welcher der Abweichungsſtrahl iſt, den Strahl lt beym Punkte k durchkreuzt, und nach ſeinem Austritte in u eine Richtung uf parallel mit po nimmt und das Auge trifft. Dieſe Vorausſetzung iſt immer möglich; denn weil die Weite der Abweichung ur ſtets eine merkliche Länge hat, ſo kann man den Strahl po, bey einer ſo kleinen Entfernung pl, unter einer ſolchen Neigung nehmen, daß von der einen Seite das Ende u dieſer Weite über den Punkt t hinaus gegen den Winkel e zu liegen komme, und von der andern Seite der in u heraustretende Strahl gegen den Punkt f zu gerich-

gerichtet sey. Es gehört aber für die Theorie, die Entfernung und Neigung, auf welche es hier ankommt, in Beziehung auf einen gegebenen Einfallswinkel des Strahls p s zu bestimmen.

Das Auge sieht nun zwey Bilder von p, eins nach der Richtung s t, welches das gewöhnliche Bild ist, und ein anderes nach der Richtung s u, welches dem stumpfen Winkel n näher liegt, und das Bild der Abweichung ist. Was den Strahl o r betrifft, so kann er wegen seines Parallelismus mit p o nach seinem Austritte in r das Auge nicht treffen.

Man sieht nun, warum bey dem oben erwähnten Versuche des Herrn Monge das Bild, das gegen die Seite des Beobachters in der Richtung s u liegt, zuerst verschwindet, weil der Strahl p o, von welchem s u herrührt, wegen der Durchkreuzung der Strahlen o u und l t in k, auf der entgegengesetzten Seite liegt.

Wenn der Punkt p unmittelbar auf der Basis in b n ist, so werden die Theile k o, k l null, und der Punkt k fällt mit dem Punkte p zusammen, das Auge sieht also noch immer zwey Bilder vermittelst der Strahlen k u s, k t s, die in der gehörigen Richtung sind.

Zuletzt bemerkt Herr Hauy noch, daß die Flächen des Rhomboids eine stark reflektirende Kraft besitzen, daher es kommt, daß gewisse Strahlen, die von einem und eben demselben Punkte ausgehen, von den innern Seitenflächen in solchen Richtungen zurückgeworfen werden, daß sie nach dem Austritte aus der ebenen Fläche zum Auge gelangen, und die Bilder des sichtbaren Punkts vervielfältigen.

Bey dieſer Erklärung der angeführten Erſcheinungen nimmt aber Herr Hauy ſchon im voraus das Doppeltſehen durch den Kryſtall an, und ſucht alsdann mit Hülfe der gewöhnlichen Brechungen die Lage der doppelt gebrochenen Strahlen begreiflich zu machen. Es bleibt alſo das eigentlich problematiſche noch immer unaufgelößt, woher es nämlich komme, daß die Gegenſtände durch den isländiſchen Kryſtall dem Auge doppelt erſcheinen? Hieben iſt es aber wohl mehr als wahrſcheinlich, daß der Grund vorzüglich in der Structur des Kryſtalls liege.

Höfe und Nebenſonnen.

Herr Hube [d]) ſucht die Urſache von der Entſtehung der Höfe in der Beugung des Lichts. Es ſey ein leuchtender Punkt, z. B. ein Fixſtern, ſehr weit von dem Auge (fig. 13.) o in der geraden Linie eo, ſo kann man alle von ihm kommende Strahlen, welche auf Dünſte fallen, die nicht weit vom Auge abſtehen, als parallel mit eo anſehen. Setzt man alſo, es befänden ſich zwiſchen dem Auge und dem Sterne einzelne niederſchlagende Waſſerdünſte, welche jederzeit die Geſtalt kleiner kugelrunder Luftbläschen haben, in der Atmoſphäre; ſo wird das Licht, welches durch die Bläschen ſelbſt geht, zwar ſehr geſchwächt, aber nicht von ſeinem Wege abgelenkt, weil die Bläschen mit Luft angefüllt, und ihre Häute ſehr dünn und in parallele Seiten eingeſchloſſen ſind. Das Licht hingegen, welches zwiſchen den Bläschen hindurchgeht, von welchen Herr Hube annimmt, daß ſie ziemlich weit von einander abſtehen und einen

d) Vollſtänd. und faßl. Unterricht in der Naturlehre. B. II. Brief 68.

einen dünnen Nebel bilden, leidet großen Theils eine Beugung; indessen verändert es doch seine Richtung nicht merklich, so lange es sich in der Masse der Dünste befindet. Denn gesetzt, es würde von einem Bläschen nach der Seite getrieben, so findet es gleich darauf ein anderes Bläschen, welches es eben so stark nach der andern Seite zurücktreibt, und also die Wirkung des ersten Bläschens zernichtet. Sobald aber ein Strahl an die äußersten Bläschen nach dem Auge zu kommt, und hier, weil die Dünste etwas weit aus einander sind, merklich abgebogen wird, so trifft er weiter nichts an, was die Beugung vernichten könnte, und er weicht daher von seiner vorigen Richtung stark ab, indem er nach dem Auge fortgeht. Gesetzt das Auge o empfange den abgebogenen Strahl von r; ist nun der Winkel e o r dem Winkel e o p gleich, und p auch ein äußerstes Theilchen, so muß das Auge auch von p einen abgebogenen Strahl erhalten. Denn da alle Bläschen Kugeln sind, so stoßen sie das Licht nach allen Seiten gleich stark ab. Stellt man sich vor, daß die Linie o r um o e als um eine unbewegliche Axe sich kegelförmig dreht, und also r einen Kreis beschreibt, so muß von allen in diesem Kreise liegenden Bläschen das gelten, was von p gesagt ist. Das Auge empfängt von allen Licht, sieht also einen hellen Kreis, einen Hof um den Stern; in der Fläche dieses Kreises hingegen empfindet es einen Mangel des Lichts, weil alle zwischen p und r und in der ganzen Kugelfläche befindliche Bläschen, so wie q, eine Menge Licht zurückhalten und abbeugen, daß es nicht ins Auge o kommen kann. So entstehen die Höfe auch um die Sonne und um den Mond, ja selbst um ein brennendes Licht, dessen Flamme man durch den Dampf von kochendem Was-

ſer, durch angehauchte Glasſcheiben, u. ſ. f. betrachtet. Sind die abgebogenen Strahlen wenig getheilt, ſo erſcheint der Hof bloß als ein heller Kreis. Sind ſie etwas abgeſondert, oder ſchwach, ſo zeigt er ſich gelbröthlich, weil unter allen Farben die rothe und die gelbe das Auge am meiſten rühren, und die Farben, welche wir ſehen, oft ſo ſchwach ſind, daß wir diejenigen gar nicht bemerken, die auf das Auge überhaupt keine ſtarke Eindrücke machen. Aber zuweilen iſt dennoch der Kreis, welcher um den leuchtenden Körper erſcheint, beſonders wenn die Dünſte, in welchen er ſich bildet, weit genug vom Auge ſind, mit allen Farben des Prisma deutlich bemahlt.

Durch die Beugung werden oft die Lichtſtrahlen gleichſam in verſchiedene Haufen abgeſondert, weil die nächſten viel ſtärker zurückgeſtoßen werden, als die entferntern, wiewohl nach Herrn Hube alle Umſtände bey dieſer Sache noch nicht gehörig unterſucht ſind. So bemerkte oft Newton drey verſchiedene Farbenſäume in dem gebogenen Lichte bey ſeinen Verſuchen. Dieſes ſcheint die Urſache zu ſeyn, daß man zuweilen mehrere concentriſche Kreiſe um die Sonne und den Mond ſieht. Denn es ſeyen z. B. ra, rb, ro die Richtungen der drey vornehmſten abgebogenen Strahlenhaufen, und oc, od mit rb und ra parallel, ſo wird das Auge in o nicht nur einen hellen oder gefärbten Kreis vom Durchmeſſer qr, ſondern zugleich auch noch zwey andere Kreiſe von den Durchmeſſern qc und qd ſehen, wenn anders allenthalben in der Entfernung qc und qd um q herum Dünſte vorhanden ſind. Oft kann uns auch ein ſolcher Kreis elliptiſch zu ſeyn ſcheinen, wenn wir gewiſſe Theile von ihm am Himmel weiter von uns entfernt halten,

als

als andere. Je näher das Auge den Dünsten ist, um desto weniger Licht kann durch die mittleren Bläschen ganz von ihm abgebeugt werden. Daher sieht es bey großer Weite einen halben Kreis, der einen etwas dunkeln Raum einschließt; nahe bey den Dünsten aber bloß einen hellen runden Schein um den leuchtenden Körper, welcher fast durchgehends gleich erleuchtet ist. Uebrigens kann auch nach Herrn Hube's Meynung zu den Regenbogenfarben der Kreise oft die Elektricität der Dünste viel beytragen.

Ueber die Kronen, oder die gefärbten concentrischen Kreise, welche man zuweilen die Flamme des Lichts umgeben sieht, hat Herr Flaugergues e) Versuche angestellt, welche entscheidend zu seyn scheinen. Hiernach erklärt er dieselben aus dem Durchgange des Lichts durch eine Feuchtigkeit, die zufälliger Weise die Hornhaut bedeckt.

Was die Nebensonnen betrifft, so nimmt Herr Hube f) ebenfalls mit Huygens und Andern an, daß in der Luft schwebende vertikale Eisnadeln irgendwo angehäuft würden, die wegen ihrer Glätte gleichsam wie ein Spiegel wirkten. Hätte alsdann das Auge des Beobachters eine solche Lage, daß die auf diese zusammengedrängten Eisnadeln reflektirten Sonnenstrahlen in selbiges kommen könnten, so würde es auch das Bild der Sonne, folglich eine Nebensonne erblicken.

Bemerkungen von den blauen Schatten der Körper, und der blauen Farbe des Himmels.

Ueber die blauen Schatten sind nach Beguelin von einem neuern Schriftsteller noch mehrere Versuche

e) Voigt's Magazin. B. I. St. 4. S. 66.
f) Vollständ. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. Th. II. Br. 69.

ſuche angeſtellt worden [g]), aus welchen erhellet, daß man Schatten von allerhand Farben erhalten könne, ſo oft dunkle Körper von mehr als Einem Lichte erleuchtet werden, und die mehreren Lichter ein beſtimmtes Verhältniß ihrer Stärke gegen einander beſitzen; daß folglich die blauen Schatten nicht von der Farbe des Himmels, ſondern von dem Verhältniſſe der Lichtſtärke herrühren.

Dagegen ſucht Opoix [h]) die blauen Schatten aus der Beugung des Lichts herzuleiten, welche die blauen und grünen Strahlen am ſtärkſten ablenke, und in den Schatten bringe.

Nach der Meynung des Herrn Monge [i]) richtet ſich unſer Urtheil über die Farben nicht allein nach der Natur der Lichtſtrahlen, ſondern es wird, gleich dem Urtheil über Größe und Entfernung, durch Verhältniſſe und Umſtände beſtimmt. Zuerſt führt er die Beobachtung an, daß der Schatten eines Körpers, womit die Lichtflamme verdeckt werde, beym Aufgange der Sonne auf dem weißen Papiere blau erſcheine. Er ſchreibt ſie dem Abbé de Sauvages zu, welcher ſie Herrn von Büffon mitgetheilt habe. Allein Otto von Guerike hat ſie ſchon gekannt. Dieſe Erfahrung ſucht Monge davon abzuleiten, daß das Papier im Schatten nicht alles Lichts beraubt ſey, ſondern durch das blaue Licht der Atmoſphäre erleuchtet werde; wenn man aber in dem Augen-

g) Obſervations ſur les ombres colorées p. H. F. T. Paris 1782. 8.

h) Journal de phyſique. Decemb. 1783.

i) Ueber einige Phänomene des Sehens aus den Annales de chimie T. III. 1789. p. 131. in Grens Journal der Phyſik. B. II. S. 142 f.

genblicke die Lichtflamme verlösche, so befinde sich nun das ganze Papier in dem Falle, worin vorher nur der beschattete Theil war; gleichwohl sah es nun nicht mehr blau, sondern weiß aus. Monge behauptet vielmehr folgenden Satz: wenn die Körper durch homogene Strahlen einer gewissen Art erleuchtet werden, so halten wir doch die weißen Körper, wenn sie auch nur Strahlen dieser Art empfangen und in unser Auge zurücksenden, und folglich die Farbe dieser Art zeigen sollten, für weiß, und dieses verursacht auch, daß wir uns diejenigen Körper, welche von derselben Farbe sind, als die erleuchtenden Strahlen, ebenfalls als weiß vorstellen, weil sie eben solche Strahlen, wie die weißen, in unser Auge senden. Aus dem letzten Theile dieses Satzes erklärt Monge die angebliche Erfahrung, daß rothe Objekte, durch rothe Gläser betrachtet, weiß erscheinen, wiewohl diese nach den Erfahrungen des Herrn le Gentil sich nicht bestätigt. Was den ersten Theil dieses Satzes anlangt, so könnte dieser eher etwas Wahres enthalten. Es ist nämlich bekannt, daß eine ganz andere Farbenmischung durch die Erleuchtung des Sonnenlichts, als durch die einer bloßen Lichtflamme, oder auch einer Lichtflamme und des Sonnenlichts zugleich, entsteht. Daher können unter diesen Umständen bey der Verlöschung des Lichts plötzlich ganz andere Empfindungen für das Gesicht in Ansehung der Farben erfolgen; also kann auch die beschattete Stelle des Papiers, welche bey der Lichtflamme blau erschien, im Augenblicke des Erlöschens weiß werden, obgleich in den Strahlen, welche von ihr ins Auge kommen, durch das Verlöschen der Lichtflamme nichts geändert wird. Allein es geht hier offenbar eine Täuschung vor; der Eindruck, welchen wir schon dadurch

haben,

haben, daß wir wissen, das Papier sey weiß, bleibt in uns fest, und die Empfindung vom Weiß, nach der Verlöschung des Lichts, ist gleichsam nur eine Fortsetzung von der bereits gehabten Empfindung eben dieser Farbe. Noch führt Herr Monge folgende von Meusnier ihm mitgetheilte Beobachtung an: wenn das Innere eines Zimmers nur durchs Sonnenlicht erleuchtet wird, welches durch einen Vorhang von rothem Taffet geht, und dieser Vorhang ein Loch von 2 bis 3 Linien im Durchmesser besitzt, durch welches das Licht gerade fällt, und dann dieser Lichtbündel mit einem weißen Papier aufgefangen wird, so sollte man glauben, der erleuchtete Theil des Papiers müsse weiß aussehen; allein er erscheint sehr schön grün. Nimmt man aber statt des rothen Vorhanges einen grünen, so erscheint dieser helle Fleck unter gleichen Umständen roth. Monge hält dieß für eine Bestätigung des Satzes: daß wir über die Farben nach Beziehungen urtheilen. Es ist aber wohl nicht zu läugnen, daß diese Erscheinung einen Zusammenhang mit den zufälligen Farben habe, wobey roth und grün correspondiren. —

Auch der Graf von Rumford [k]) giebt eine Nachricht von einigen Versuchen über die gefärbten Schatten. Als er mit dem Verfolg seiner Versuche über das Licht beschäftigt war, wurde er von einer sehr schönen, und wie er glaubt, neuen Erscheinung überrascht. Er wünschte die Intensität des Tageslichts vom hellen Himmel mit der einer gemeinen Wachskerze zu vergleichen; er verfinsterte daher sein Zimmer, und ließ das Tageslicht von Norden, das durch ein Loch

k) Nachricht von einigen Versuchen über die gefärbten Schatten; in Grens neu. Journ. d. Phys. B. II. S. 58.

loch nahe am obern Rande des Fensterladens kam, unter einem Winkel von 70 Grad auf die Fläche eines sehr feinen, weißen Papiers fallen, und stellte eine brennende Wachskerze so, daß ihre Strahlen auf dasselbe Papier fielen, und zwar so viel als möglich in der Reflexionslinie des Tageslichts. Als er nun einen hölzernen Cylinder, von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, vor den Mittelpunkt des Papiers und etwa 2 Zoll entfernt, hielt, wurde er nicht wenig überrascht, die beyden vom Cylinder auf das Papier geworfenen Schatten nicht, wie er erwartete, ohne Farben, sondern den einen, welcher den Strahlen des Tageslichts zugehörte und durch die Kerze erleuchtet war, gelb zu finden, während der andere, welcher dem Kerzenlichte zugehörte, und der folglich durch das Tageslicht erleuchtet ward, vom schönsten Blau war, das man sich nur vorstellen kann. Diese Erscheinung, welche nicht nur unerwartet, sondern auch im höchsten Grade frappant und schön war, fand er in wiederholten Versuchen, und nach mehreren Abänderungen des Experiments immer wieder, so daß er glauben mußte, es sey schlechterdings unmöglich, zwey Schatten von einem und demselben Körper hervorzubringen, von welchen der eine den Strahlen des Tageslichts und der andere dem Lichte einer Kerze oder Lampe zugehört, ohne daß nicht diese Schatten, der eine gelb, der andere blau gefärbt wären.

Wenn die Kerze dem Papier näher gebracht wird, so erhält der blaue Schatten eine tiefere Farbe, und der gelbe wird allmählig blässer; wenn sie aber wieder mehr davon entfernt wird, so erhält der gelbe Schatten eine tiefere Farbe, und der blaue

Schat-

Schatten wird bläſſer; und wenn die Kerze auf derſelben Stelle bleibt, ſo können dieſelbigen Abänderungen in der Stärke der Schatten dadurch hervorgebracht werden, daß man den Fenſterladen etwas mehr oder weniger öffnet, und die Erleuchtung des Papiers durch das Tageslicht ſtärker oder ſchwächer macht. Durch das eine oder das andere Mittel kann man die gefärbten Schatten durch alle Gradationen von Schattirung von der tiefſten bis zur lichteſten, und umgekehrt, gehen laſſen; und es iſt angenehm, Schatten zu ſehen, die mit dem Glanze der reinſten und ſeltenſten prismatiſchen Farben ſtrahlen, dann plötzlich durch alle Verſchiedenheiten von Schattirungen durchgehen, dabey ſtets die vollkommenſte Reinheit der Farbe behalten, dunkler und ſchwächer werden, und nach Willkühr verſchwinden und wiederkommen.

In Anſehung der Urſachen dieſer Schatten iſt es nach des Grafen Meynung gar keinem Zweifel unterworfen, daß ſie von der verſchiedenen Beſchaffenheit des Lichts herrühren, durch welches ſie erleuchtet werden; wie ſie aber hervorgebracht werden, das ſcheint ihm keinesweges ſo offenbar zu ſeyn. Daß der Schatten, welcher den Strahlen des Tageslichts zugehört, und durch das gelbe Licht der Kerze erleuchtet wird, gelb ſeyn muß, iſt nicht zu verwundern, warum erſcheint aber der dem Kerzenlichte zugehörige Schatten, der durch kein anderes Licht als das ſcheinbar weiße des Himmels erleuchtet wird, blau? Zuerſt glaubte der Graf, daß es von der blauen Farbe der Luft herrühre; da er aber fand, daß das Tageslicht, welches von dem Dache eines benachbarten Hauſes, das mit ganz weißem friſchen Schnee bedeckt war, reflektirt wurde, dieſelbe blaue Farbe hervor-

vorbrachte, die sogar eine noch weit schönere Tinte zeigte, so wurde er genöthigt, diese Meynung zu verlassen.

Um mit einigem Grade von Genauigkeit die wirkliche Farbe des von einer Kerze entwickelten Lichts zu erfahren, stellte er eine brennende Wachskerze, die gut geputzt war, des Mittags in die offene Luft, zu einer Zeit, da der Boden mit eben gefallenem Schnee hoch bedeckt, und der Himmel ganz mit weissen Wolken überzogen war; jetzt war die Flamme der Kerze keinesweges weiß, wie sie zur Nachtzeit erscheint, sondern von einer sehr deutlich gelben Farbe, die sich ganz und gar nicht einmal dem Weiß näherte. Die Flamme einer Argandischen Lampe, zu derselbigen Zeit in die offene Luft gebracht, erschien ebenfalls von derselben gelben Farbe. Die sicherste Weise, die gelbe Farbe des von Lampen und Kerzen ausströmenden Lichts zu zeigen, ist die, daß man es unmittelbar der hellen Mittagssonne aussetzt. Unter diesen Umständen erscheint die Flamme einer Argandischen Lampe, welche mit dem größesten Glanze brennt, in Gestalt eines todten, gelben, halb durchsichtigen Rauchs.

Da es ihm sehr wahrscheinlich dünkte, daß der Unterschied in der Weiße beyder Arten des Lichts auf irgend eine Art Gelegenheit zur Verschiedenheit der Farben der Schatten geben könne, so versuchte er, durch Anwendung zweyer künstlichen Lichter von verschiedenen Farben dieselben Wirkungen hervorzubringen, und es gelang ihm durchaus.

In einem verfinsterten Zimmer wurde das Licht zweyer brennenden Wachskerzen durch weißes Papier unter einem solchen Winkel aufgefangen, daß der Cy-

linder zwey genaue Schatten bildete. Diese Schatten waren nicht im mindesten gefärbt; wenn aber vor die eine Kerze eine gelbe Glasscheibe, die sich einer bloßen Orangefarbe näherte, gehalten wurde, so wurde der eine Schatten sogleich gelb, und der andere blau. Wenn anstatt der Kerzen zwey Argandische Lampen gebraucht wurden, so war das Resultat dasselbe: die Schatten waren stets und sehr dunkel gefärbt, der eine gelb ins Orangefarbene fallend, der andere blau ins Grüne übergehend. Er glaubte, daß der grünliche Uebergang dieser blauen Farbe entweder von dem Mangel des Weiß des einen Lichts, oder von dem Orangegelb, welches das andere durchs Glas erlangte, herrühre.

Wenn gleiche Scheiben desselben gelblichen Glases vor beyde Lichter gehalten wurden, so nahm das weiße Papier einen gelblichen Schein an, aber die Schatten waren nun ohne alle Spur von Farbe; wenn hingegen zwey Scheiben von gelbem Glase vor das eine Licht gestellt wurden, während vor dem andern nur eine Scheibe blieb, so kamen die Farben der Schatten sogleich wieder.

Da das Resultat dieser Versuche seinen Gedanken bestätigte, daß die Farben der Schatten von dem verschiedenen Grade des Weiß der beyden Lichter herrühren, so suchte er nun dadurch, daß er das Tageslicht auf einerley gelben Teint mit dem Kerzenlichte brachte, indem er Scheiben von gefärbtem Glase dazwischen stellte, die Färbung der Schatten zu verhüten, wenn Tageslicht und Kerzenlicht zusammen der Gegenstand des Versuchs waren; und es gelang ihm. Er war sogar im Stande, die Farben der Schatten herzustellen, wenn er das Tageslicht von einem

nem dunklern Gelb machte, als das Kerzenlicht. Im Verlauf dieser Versuche beobachtete er, daß verschiedene Schattirungen des Gelb, dem Tageslichte gegeben, sehr verschiedene und oft ganz unerwartete Wirkungen hervorbrachten. So verwandelte eine Scheibe gelbes Glas, vor das Tageslicht gestellt, den gelben Schatten in ein helles Grün; zwey Scheiben von demselben Glase zerstörten die Farben beyder Schatten fast ganz, und drey Scheiben verwandelten den Schatten, welcher ursprünglich gelb war, in Blau, und den blauen in Röthlichgelb.

Wenn die Strahlen des Tageslichts durch eine Scheibe blaues Glas giengen, so wurden die Farben der Schatten, der gelbe sowohl wie der blaue, im höchsten Grade hell und glänzend; wenn aber das blaue Glas vor die Kerze gestellt wurde, so wurden die Farben der Schatten um vieles geschwächt.

Nun stellte er ein Orangefarbenes Glas vor das Kerzenlicht, und die Farbe des gelben Schattens verwandelte sich in Orange, der blaue Schatten blieb ungeändert, und die ganze Fläche des Papiers erschien von der schönsten violetten Farbe, die sich dem hellen Carmoisin näherte; fast ganz dieselbe Farbe hatte er oft die entfernten Schneegebürge und Thäler der Alpen gegen Sonnenuntergang annehmen sehen. Ist dieß, frägt er, nicht mehr als wahrscheinlich, daß in beyden Fällen diese Farbe durch fast ähnliche Combinationen des Lichts hervorgebracht werde? In dem einen Falle werde der weiße Schnee zu gleicher Zeit durch das reinste Himmelslicht, und durch die dunkelgelben Strahlen von Westen erleuchtet; und im andern werde das weiße Papier durch starkes Tageslicht und durch die Strahlen einer brennenden Kerze, die

vermittelſt des Durchgangs durch das gelbe Glas noch gelber gefärbt werden, erhellt. Die ſchöne violette Farbe, die ſich über die ganze Fläche des Papiers erſtreckt, erſcheint am vortheilhafteſten, wenn die orangefarbene Glasſcheibe ſo vor die Kerze gehalten wird, daß nur ein Theil des Papiers, zum Beyſpiel die Hälfte, davon afficirt wird, die andere Hälfte aber weiß bleibt.

Nun nahm er ſtatt des gelben Glaſes ein blaues, und fand den Erfolg eben ſo; die Schatten waren noch gefärbt, der eine blau, der andere gelb, doch mit dem Unterſchiede, daß die Farben der Schatten verkehrt waren, und daß der, welcher mit dem gelben Glaſe vorher gelb war, nun blau, und der, welcher nun gelb ausſah, vorher blau war.

Er verſuchte nachher ein Glas von einer glänzenden Amethyſtfarbe, und wunderte ſich, daß die Schatten noch ebenfalls blau und gelb gefärbt waren. Das Gelb hatte freylich einen ſchmutzigen Purpurteint; aber das Blau, ob es ſich gleich etwas ins Grün neigte, hatte nichts deſto weniger eine reine, glänzende, entſcheidende Farbe.

Nun entfernte er die Lichter, öffnete zwey Löcher in dem obern Theile der Fenſterladen zweyer benachbarten Fenſter und ließ zwey Lichtſtröme von verſchiedenen Theilen des Himmels in das Zimmer treten. Da er hierauf das Inſtrument ſo ſtellte, daß der Cylinder zwey beſtimmte Schatten auf das Papier warf, ſo wurde er durch eine Reihe ſehr ergötzender Erſcheinungen unterhalten. Die Schatten waren mit einer unendlichen Mannichfaltigkeit der unerwarteſten, und oft der ſchönſten Farben verſehen, die beſtändig abwechſelten, mannichmal langſam, und

mannichmal unbegreiflich schnell; sie täuschten schlechthin das Auge, verschafften aber bey recht angestrengter Aufmerksamkeit einen eben so neuen, als bezaubernden Genuß. Die Purpurfarbe schien die herrschendste zu seyn; aber es erschienen alle Mannichfaltigkeiten von Braun, und fast alle andere Farben; ja es schienen Farben dabey zu seyn, die ihm ganz und gar neu zu seyn dünkten.

Er kam auf die Vermuthung, daß die Farben der Schatten in einigen Fällen bloß ein optischer Betrug wären, der vom Contraste oder irgend einem andern Effekte anderer benachbarten Farben aufs Auge herrühre. Er suchte daher durch Anwendung eines flachen Lineals statt des Cylinders die Schatten viel breiter zu machen; er schloß jeden Strahl des Tageslichts vom Zimmer aus, und stellte den Versuch mit zwey Argandischen Lampen, die gehörig geputzt waren und mit dem größt möglichsten Glanze brannten, an. Nachdem er sich selbst versichert hatte, daß ihr Licht genau von einerley Farbe war, so richtete er ein mit schwarzem Papier inwendig bekleidetes Rohr, etwa 12 Zoll lang und nahe 1 Zoll im Durchmesser, gegen das Centrum des einen von den breiten Schatten, und sahe durch dieß Rohr mit dem einen Auge, während das andere geschlossen war. Das Resultat des Versuchs war entscheidend, und bestätigte seine Vermuthung völlig in Hinsicht der Täuschung mehrerer Erscheinungen in den vorhergehenden Versuchen. Er war nicht im Stande, irgend eine Veränderung in dem Schatten wahrzunehmen, gegen den sein Auge gerichtet war; er war sogar nicht einmal im Stande, zu sagen, wenn das gelbe Glas vor der Lampe stand oder nicht. Sobald

er aber ſein Auge von dem Rohre entfernte, und den Schatten mit allen benachbarten Gegenſtänden, nämlich die andern Schatten, die durch den Effekt des gelben Glaſes gelb gefärbt waren, und das weiße Papier betrachtete, ſo erſchien ihm der ſtehende Schatten von einer ſchönen blauen Farbe.

Der Graf hält dieß für eine neue Entdeckung, wenigſtens ſey es ganz gewiß eine außerordentliche Thatſache, daß den Augen nicht immer zu glauben ſey, ſelbſt in Hinſicht auf Gegenwart oder Abweſenheit von Farben.

Flaugergues [l]) führt einen einfachen Verſuch an, mittelſt deſſen man auch am hellen Tage die blaue Farbe, welche die Schatten beym Auf- und Untergange der Sonne zu haben ſcheinen, erhalten kann, und leitet ſie vom Blau des Himmels ab.

Was die blaue Farbe des Himmels betrifft, ſo leitet dieſe Herr von Sauſſure [m]) mit dem Abt Nollet von dem reflektirenden Lichte her. Aber die Luft, in ſo fern ſie durchſichtig iſt, färbt nach ihm die Gegenſtände nicht; ſo ſehe man die Schneegebirge, welche von der Sonne erleuchtet werden, nicht blau, ſondern roſenfarbig, oder weiß, wenn man ſie gleich durch eine Maſſe Luft von 20 bis 30 Meilen betrachte; dieſe Farbe rühre bloß von den Dünſten her, durch welche die Sonnenſtrahlen auf ſie fallen. Ließe nämlich die Luft die blauen Strahlen mehr als andere durch, ſo müßten auch die Gletſcher in ſolchen Entfernungen ſtets blau erſcheinen. Berge hingegen

l) Voigt's Magazin. B. I. St. 4. S. 66.

m) Journal de phyſique Mars 1791. überſ. in Grens Journal der Phyſ. B. VI. S. 93 f.

gegen von dunkler, besonders grüner Farbe, senden überhaupt nicht viel Licht ins Auge, zumal wenn sie wenig erleuchtet sind; in einem solchen Falle werden die blauen Strahlen, welche die vorliegende Luft zurückwirft, von keiner größern Menge anders gefärbter Strahlen unsichtbar gemacht, und jene Berge durch die Luft gesehen erscheinen blau, desto dunkler, je weiter sie sind. Wenn die Luft vollkommen durchsichtig wäre, ohne Farbe und frey von allen undurchsichtigen gefärbten Dünsten, so müßte der Himmel durchaus schwarz erscheinen. Je reiner also die Luft ist, desto dunkler muß ihre Farbe erscheinen, bloß die Dünste, und besonders die noch nicht aufgelößten werfen verschiedene Farben zurück, und diese, mit dem natürlichen Blau der Luft vermischt, bringen die verschiedenen Arten der Farbe des Himmels hervor. Sein Blau ist am Horizont bläßer als im Scheitel, und das Verhältniß dieser Arten ist eine Funktion von dem Verhältnisse, welches zwischen den Mengen der Dünste beyder Stellen statt hat. Durch diese Betrachtung kam Herr de Sauſſüre auf den Gedanken, die Menge der concreten Dünste durch den Grad der blauen Farbe des Himmels zu bestimmen. Zu dieser Absicht dachte er auf Mittel, wodurch man eine Reihe von gleichen Gradationen oder Nüancen erlangte, welche vom Weiß, oder von der gänzlichen Abwesenheit des Blauen, bis zum möglichst dunkel Blaun und selbst bis zum Schwarz ganz bestimmt wären. Zuerst verfiel er auf den Gedanken, ein gewisses blaues Pigment mit verschiedenen Quantitäten Wasser, welche in einem bestimmten Verhältnisse zunahmen, oder mit Weiß zergehen zu lassen; allein es ward schwer, auf diese Weise die Intensität des angenommenen Blau gehörig zu bestimmen, und

überdieß bekam er keine verhältnißmäßige Folge, indem die Abnahme der Tinten nicht mehr in demſelben Verhältniſſe erfolgte, ſobald man über einen gewiſſen Grad der Verdünnung hinauskam. Zuletzt ſchien ſich der Unterſchied der Tiefe oder Höhe zweyer Nüancen nicht beſſer beſtimmen zu laſſen, als durch die Entfernung, in welcher man ſie nicht weiter von einander unterſcheiden konnte. Dieſe Entfernung iſt jedoch bey verſchiedenen Perſonen nach der Güte des Auges und nach der Stärke des Lichts, welches die Farben hell macht, verſchieden. Deßwegen nimmt Herr de Sauſſüre zu dieſer Entfernung keine beſtimmte Größe, ſondern eine Diſtanz an, bey welcher das Auge des Beobachters einen ſchwarzen Kreis von beſtimmter Größe auf einem weißen Grunde nicht mehr unterſcheiden kann. Wird nun dieſer Kreis den Farbennüancen unter derſelben Beleuchtung zur Seite geſtellt, ſo giebt ſeine Größe, wenn er in derſelben Entfernung verſchwindet, in welcher auch der Unterſchied beyder Farben verſchwindet, ein Maas der Verſchiedenheit dieſer Farben. Je größer demnach ein Kreis zu dieſer Abſicht erfordert wird, deſto größer iſt der Unterſchied der Farben, und umgekehrt.

Herr de Sauſſüre nahm einen ſchwarzen Kreis von $1\frac{3}{4}$ Linien Durchmeſſer zum Maasſtabe an. Die Null der Skale in der Stufenfolge der Farben, oder die gänzliche Abweſenheit der blauen Farbe, zeigt er durch einen weißen Streifen Papier an; das ſchwächſte Blau oder Nr. 1. iſt ein Papierſtreifen, welcher ſehr ſchwach mit einem blaſſen Blau gefärbt iſt, ſo daß man daſſelbe in einer Diſtanz, in welcher der ſchwarze Kreis nicht mehr bemerkt wird, vom Weiß nicht unterſcheiden kann, daß aber doch

der

der Augenblick noch bemerkbar ist, wenn man sich wieder nähert, oder den Kreis wieder zu sehen anfängt. Auf eben diese Art ist die Nüance Nr. 2. durch Vergleichung mit Nr. 1., und Nr. 3. durch Vergleichung mit Nr. 2. u. s. f. bestimmt worden. So geht es vom hellern zum dunklern stufenweise fort bis zum dunkelsten Blau, welches Berlinerblau, von der besten Beschaffenheit, klar gerieben und mit Gummiwasser angemacht, geben kann. Um nun den andern Endpunkt der Skale zu erhalten, mischte er Beinschwarz mit Blau immer in stärkern Quantitäten, und gieng so bis zum ganz reinen Schwarz fort. Auf solche Art erhielt er, den Kreis von $1\frac{3}{4}$ Linien Durchmesser zum Maasstabe angenommen, zwischen Weiß und Schwarz 51 Nüancen, welches 53 Tinten giebt, wenn man dazu die beyden Extreme rechnet. Wenn man einen Kreis von größerm Durchmesser als Maasstab annimmt, so wird die Anzahl der Nüancen geringer; sie lassen sich aber leichter von einander unterscheiden, als beym erstern Falle. Ein jeder Beobachter muß die Größe seines Kreises, und die Anzahl der Nüancen merken, welche er zwischen Weiß und Schwarz erhalten hat, alsdann lassen sich alle Beobachtungen so mit einander vergleichen, wie man sie an Thermometern von verschiedenen Skalen vergleicht, wenn die Anzahl der Grade des Fundamentalabstandes bekannt ist.

Von allen diesen mit den verschiedenen Nüancen von Blau gefärbten Papieren werden gleich große Stücke vom schwächsten bis zum dunkelsten auf dem Rande einer Scheibe von weißer Pappe herumgeklebt. Diese Pappe nennt Herr de Saussüre Kyanometer, Cyanometer (cyanometrum), von dem

Griechiſchen Worte κύανος, welches den Sapphir und andere blaue Steine, die blaue Kornblume, oft auch die blaue Farbe ſelbſt bedeutet, ſo daß Kyanometer eben ſo viel ſagen will, als das Maas der Bläue.

Wenn man das Kyanometer gebrauchen will, ſo ſtellt man es an einem freyen Orte, wo die Farben durch ein ſtarkes Tageslicht vollkommen erhellt werden, zwiſchen dem Himmel und das Auge, und ſucht die Nüance, welche mit dem Blau des Himmels übereinſtimmt. Zu bemerken iſt, daß die Beobachtung nicht an den Sonnenſtrahlen gemacht werde, ſondern daß man vielmehr eine ſolche Stellung habe, damit die Farben vollkommen erleuchtet im Schatten ſind. Auch auf die Stellung der Sonne muß Rückſicht genommen werden, weil der Himmel gerade unter der Sonne dunſtiger, mithin ſein Blau ſchwächer als auf der entgegengeſetzten Seite iſt.

Herr de Sauſſüre und ſein Sohn betrachteten im Jahre 1788 den Himmel auf dem Col dû Geant, 1763 Toiſen über der Meeresfläche, während die Herren Sennebier und Pictet in Genf, und Herr l'Eveque in Chamouny zu gleicher Zeit Beobachtungen anſtellten. Auf dem Berge war die Farbe am Zenith früh um 4 Uhr zwiſchen 15 und 16, ſtieg bis 6 Uhr auf 27, bis 10 Uhr auf 31, erhielt ſich bey dieſem Größten bis 2 Uhr, nahm bis 4 Uhr auf 24, bis 6 Uhr auf $18\frac{1}{2}$, bis 8 Uhr auf $5\frac{1}{2}$ ab. Zu Chamouny war früh um 4 Uhr die Farbe $14\frac{1}{2}$, ſtieg langſam bis 11 Uhr auf 18 bis 19; erhielt ſich hiebey bis Abends 6 Uhr, und nahm bis 8 Uhr auf 16 ab. Zu Genf kam ſie früh von 6 bis 8 Uhr von 15 bis 21, ſtieg um 10 Uhr bis auf $22\frac{1}{2}$

22½, und fiel von 4 Uhr bis 6 Uhr von 20 auf 16. Das dunkelste Blau war auf dem Berge 37, zu Chamouny 27 und zu Genf 26½. Hierdurch bestätigt es sich, daß es am Zenith eines Thals mehr Dünste als am Zenith einer Ebene giebt, weil sie sich dort nicht allein vom Boden des Thals, sondern auch von den dasselbe umgebenden Bergen zur Seite erheben.

Im Jahre 1787 fand Herr de Saussüre den Himmel auf dem Montblanc von einer Farbe, welche mit Nr. 39. des Kyanometers übereinstimmte. Diese dunkle Farbe rührt von der großen Dünne und Durchsichtigkeit der Luft her, welche nicht verstattet, viel Strahlen zu reflektiren. Herr de Saussüre schätzt die wahre Farbe der Luft um 34, welches Blau sehr lebhaft, und ohne Beymischung von Schwarz ist.

Am Horizonte wurde die Farbe beständig sehr blaß gefunden, am dunkelsten noch zu Mittage. Auf dem Geant kam sie früh von 4 Uhr bis Mittag von 4½ bis 11½, und nahm gegen Abend so ab, daß man um 8 Uhr gar keine blaue Farbe mehr wahrnehmen konnte, sondern der Himmel ganz roth und gelblich schien. Die Veränderungen waren zu Chamouny weit unbeträchtlicher, indem die Farbe von 4 Uhr früh bis Mittag von 5½ auf 9 kam, und bis 8 Uhr Abends wieder auf 5 abnahm. Zu Chamouny kann man aber den eigentlichen Horizont nicht sehen, weil die Berge 4 bis 5 Grad davon bedecken, da man im Gegentheil auf dem Geant tiefer in die Region der Dünste hinabsieht.

Folgende Tabelle zeigt die Veränderungen der Farben vom Horizont an bis zum Zenith:

Höhen

Höhen	Farben		
	Geant 15. Jul.	Geant 17. Jul.	Genf 21. April 1790
0 Grad	11 —	— —	4 —
10 —	20 —	18 —	9 —
20 —	31 —	20 —	13 —
30 —	34 —	29 —	15½ —
40 —	37 —	32 —	17½ —
50 —	37 —	33 —	19 —
60 bis 90 —	37 —	34 —	20 —

Auf dem Berge iſt die Folge ſehr unregelmäßig, weil in einem ſo abwechſelnden Lande, wie um den Col du Geant, die Vertheilung der Dünſte nicht anders als ſehr ungleichförmig ſeyn kann, da hingegen weit mehr Regelmäßigkeit in der gleichförmigen Pläne um Genf ſtatt findet.

Uebrigens iſt es leicht einzuſehen, daß mit dieſer Geräthſchaft überhaupt keine große Genauigkeit zu hoffen iſt, weil man ſchwerlich wird behaupten können, daß das Auge ein gleiches Vermögen beſitzt, kleine Objekte in der Entfernung wahrzunehmen, und ſchwach nüancirte Farben gehörig von einander zu unterſcheiden [n]).

Vermiſchte Bemerkungen und Entdeckungen.

Im Jahr 1772 ſtellten die Herren Briſſon, Macquer, Cadet und Lavoiſier mit den beyden in Paris befindlichen Brenngläſern von dem Herrn von Tſchirnhauſen Verſuche bis auf das Jahr 1774

n) Beſchreibung eines Kyanometers, oder eines Apparats zur Meſſung der Intenſität der blauen Farbe des Himmels aus dem Journal de phyſique. Mars 1791. p. 199. überſ. in Grens neu. Journ. d. Phyſ. B. IV. S. 93 f.

1774 an, ließen sich alsdann auf Kosten des Stadtraths Trudaine ein neues Brennglas durch Herrn Bernieres verfertigen, welches aus zwey Hohlgläsern bestand, die an einander gesetzt einen linsenförmigen Raum leer ließen, welcher 4 Fuß im Durchmesser hatte, und in der Mitte 6 Zoll und 5 Linien dick war; außerdem waren die Gläser selbst noch 8 Linien dick, und so betrug die ganze Dicke durch die Mitte des leeren Raums mit den beyden Hohlgläsern 7 Zoll und 9 Linien. Dieses Brennglas war auf einem Fußgestelle befestigt, wo es leicht nach einer jeden Richtung hingewendet werden konnte, um es stets gegen die Sonne zu bringen. Anfänglich ward der leere linsenförmige Raum, welcher 140 Pariser Pinten hielt, mit Weingeist, nachher aber mit Terpentinöl angefüllt.

Wenn die ganze Fläche dieser Glaslinse die Sonnenstrahlen auffieng, so fand man, daß die Wirkung des concentrirten Sonnenfeuers in demjenigen Punkte des Brennraums am größten war, welcher von dem Mittelpunkt der Linse 10 Fuß 10 Zoll und 1 Linie entfernt war. Bedeckte man hingegen den Rand dieser Linse mit Wachsleinwand, so daß die kreisrunde Oeffnung in der Mitte im Durchmesser 6 Zoll besaß, so erhielt man 10 Fuß 11 Zoll 5 Linien von dem Mittelpunkte der Linse entfernt einen wohl begrenzten Brennraum von $14\frac{3}{4}$ Linien Durchmesser. Wurde die Oeffnung vergrößert, so bewirkte man, daß der Brennraum der Linse näher ruckte, die Grenze desselben aber war undeutlich. Ließ man aber den Rand unbedeckt, und bedeckte die kreisrunde Mitte mit Wachsleinwand, so ruckte der Raum desto näher gegen die Linse zu, je weniger von dem äußern Rande

de offen gelaſſen würde. Hatte der äußere offene Rand eine Breite von 6 bis 7 Linien, ſo war die Entfernung des Brennraums von dem Mittelpunkte der Linſe 10 Fuß 0 Zoll 6 Linien. Hieraus ergab ſich alſo, daß die nahe am Rande der Linſe auffallenden Sonnenſtrahlen hinter derſelben gerade um 10 Zoll 11 Linien früher zuſammen kamen, als diejenigen, welche nahe an der Axe auffielen. Auch zeigten die Verſuche, daß jene eine ſtärkere Hitze, als dieſe verurſachten.

An dieſem Brennglaſe fand man die Wirkungen des concentrirten Sonnenlichts im Brennraume weit heftiger, als die beym Tſchirnhauſiſchen, welches die Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris beſaß. In einer halben Minute ſchmolz man damit ohne Collectivglas kupferne Münzen, welche das Tſchirnhauſiſche in drey Minuten noch nicht fließend gemacht hatte. Verband man mit dieſem Brennglaſe ein Collectivglas von $8\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer, und 1 Fuß 10 Zoll 8 Linien Brennweite, ſo erhielt man dadurch einen Brennraum von 8 Linien im Durchmeſſer, welcher die heftigſten Wirkungen des Sonnenfeuers verurſachte. Brachte man Eiſen in dieſen Brennraum, ſo ſchmolz es den Augenblick, gab einen brennenden Rauch von ſich, und verwandelte ſich zuletzt in eine ſchwarze verglaſte Schlacke. Wenn man nach und nach immer mehr Eiſen in den Brennraum brachte, ſo war man vermögend, in wenigen Minuten eine ziemliche Quantität in Fluß zu bringen. Abgänge von geſchmiedetem Eiſen auf einer Kohle ſchwollen auf, und warfen Funken um ſich her; auch ſchmolz rohe Platina auf einer Kohle in eine Maſſe, ohne jedoch tropfbar flüſſig zu werden; eben dieß wiederfuhr auch der gereinigten Platina, welche dabey heftig dampfte und an Umfang abnahm.

Die

Die ganze Reihe von Versuchen, welche mit diesem Brennglase angestellt worden sind, erzählen Brisson °), und Macquer in seinem Wörterbuche unter den Artikeln, welche die Substanzen betreffen, die dem Brennraume ausgesetzt worden. Beyde machen die Bemerkung, daß der gute Erfolg von dergleichen Versuchen von verschiedenen Umständen abhange; vorzüglich komme es auf die Unterlagen, auf die Reinigkeit, und auf die Temperatur der Luft an. So wirke z. B. die Sonne in der Kälte heftiger als in heißen Sommertagen. Bey diesen Versuchen glaubt Macquer Wirkungen von dem Stoße des Lichts wahrgenommen zu haben, indem die in Fluß gekommenen Goldkügelchen in einer beständigen Kreisbewegung waren, die fremdartigen Theilchen hingegen, welche auf der Oberfläche derselben sich befanden, beständig unbewegt blieben und nach unten hin getrieben wurden; auch wenn Kohlengestübe oder anderes feines Pulver in den Brennraum gebracht wurde, so wurde es gleichsam wie in einem Winde hinweg getrieben.

Herr Flaugergues will durch Versuche erwiesen haben, daß die heterogenen Strahlen um desto mehr Gewalt haben, die durchsichtigen Mittel zu durchdringen, je weniger brechbar sie sind.

o) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. 1774.

Zweytes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Wärme.

Die Lehre von der Wärme hat erſt in dieſem Zeitraume die merkwürdigſten Fortſchritte gemacht. Durch die vielen und wichtigen Entdeckungen wurden die Naturforſcher verleitet, die Wärme bald als eine eigene Materie, bald als einen bloßen Zuſtand, in welchen die Körper verſetzt werden, bald als eine Kraft zu betrachten. Da alle dieſe Meynungen bloß von den Erſcheinungen abhangen, unter welchen ſich Wärme aus den Körpern entwickelt, ſo halte ich es für nöthig, zuerſt die Wahrnehmungen, welche in Anſehung dieſes Gegenſtandes gemacht worden ſind, zu erzählen, und zuletzt die verſchiedenen Theorien über die Wärme zuſammenzuſtellen.

Erregung der Wärme.

Die älteſte bekannte Art, unmittelbare Wärme zu erregen, iſt das Reiben der Körper an einander, und die erſten Erfinder der Luftpumpe hatten bewieſen, daß auch im luftleeren Raume Wärme durch Reibung entſtehe. Beſonders merkwürdig ſind einige Verſuche, welche Pictet [p]) über das Reiben der Körper angeſtellt hat. Er wurde dadurch überzeugt, daß durch gleiches Reiben eine ſtärkere Wärme im luftleeren Raume, als in der atmoſphäriſchen Luft erregt

p) Verſuche über das Feuer. a. d. Franzöſ. Tübing. 1790. 8. Cap. 9.

erregt wird. Dieß fand er besonders merklich, wenn Körper von ungleicher Härte, oder überhaupt weiche Körper gerieben wurden, wodurch das Thermometer allemal höher stieg, als durch Reibung harter Substanzen. Wenn sich eine messingene Schaale an einem Stücke weiches Holz rieb, so stieg das Thermometer um $\frac{7}{10}$ Grad; dagegen brachte es eine hölzerne Schaale, statt einer messingenen, in der Luft auf 2,1, und im leeren Raume auf 2,4 Grade höher. In comprimirter Luft, in welcher die Barometerprobe 48 Zoll zeigte, stieg die Wärme nur um 0,5 Grade. Fütterte er die Höhlung der Schaale mit etwas Baumwolle aus, welche nur an wenig Punkten den untern Theil der Thermometerkugel berührte, so stieg das Thermometer während des Umlaufs um 5 bis 6 Grade, ohne daß am äußern Rande der Schaale ein Reiben vorging. Die feinen Fasern der Baumwolle waren also unter allen das wirksamste Mittel, durch Reiben Wärme hervorzubringen. Herr Pictet war anfänglich der Meynung, daß die Wärme, welche durchs Reiben der Körper an einander entsteht, aus einer mechanischen Zersetzung der Luft zwischen den beyden reibenden Flächen herrühren könne; allein diese Versuche überzeugten ihn, daß weder die Luft, noch die Härte der reibenden Substanzen die unmittelbare Ursache der Wärme seyn könne. Er vermuthet vielmehr, die Ursache liege vielleicht in der durchs Reiben erregten Elektricität, oder in einer schwingenden Bewegung, in welche der Wärmestoff zwischen den reibenden Flächen versetzt werde. So behauptete auch Thompson [q]), daß die Explosion des Pulvers den

q) Philos. Transact. Vol. LXXI. P. II.

den Wärmestoff in eine schwingende Bewegung verſetze, und erkläre daraus, warum der Lauf eines Geschützes weit stärker erhitzt werde, wenn es bloß mit Pulver, als wenn es zugleich mit einer Kugel geladen ſey, weil nämlich die Explosion des Pulvers ohne Kugel den Wärmestoff in weit stärkere Schwingungen verſetze, die Kugel dieſe aber hindere. Ueberhaupt habe Thompſon überzeugend erwieſen, daß das entzündete Pulver nur einen ſehr geringen Theil von der Wärme hergeben könne, welche nach dem Schuſſe an dem Laufe gefühlt werde. Es frage ſich nun aber weiter, welche Eigenſchaft der Körper es ſey, die dieſe Schwingungen des Wärmestoffs erzeuge? Die Elaſticität ſcheine es, obigen Verſuchen zu Folge, nicht zu ſeyn. Vielleicht wirke die ſpecifiſche Wärme der Subſtanzen und ihr Leitungsvermögen für die Wärmematerie mit bey den Erſcheinungen des Reibens, welches die Experimentalunterſuchung ſehr verwickelt und ſchwer machen würde.

Beddoes r) ließ ein Flintenſchloß im luftleeren Raume und im kohlenſauren Gas abſchnappen, und fand mittelſt eines Vergrößerungsglaſes geſchmolzene Stahlkügelchen, obgleich kein Licht hervorgebracht werden konnte. Andere Naturforſcher wollten aber im luftleeren Raume auf dieſe Art keine Stahlkügelchen, ſondern bloß irreguläre abgeſchlagene Stahlſtückchen gefunden haben. Indeſſen ſuchte doch Beddoes aus ſeinem Verſuche die Meynung derjenigen zu widerlegen, welche glauben, daß das Licht eine bloße Modifikation oder Wirkung der Wärme ſey.

r) Contributione to phyſical and medical knowledge, principaly from the Weſt of England, collected by *Thomas Beddoes*. Lond. 1799. 8.

sey. Er behauptet vielmehr, Licht sey eine Materie eigenthümlicher Art; Wärme aber, oder die Kraft der Repulsion, sey keine Materie. Die Phänomene der Repulsion entstehen von keiner eigentlichen elastischen Flüssigkeit, oder, Wärmestoff sey gar nicht vorhanden. Das von zwey mit Drath an zwey eiserne Stangen befestigten und an einander geriebenen Stücken Eis von 29° Temperatur entstandene Wasser hatte eine Temperatur von 35°. Eis habe aber gar keine Anziehung für Sauerstoff. Wärme könne also durch eine eigenthümliche Bewegung, wahrscheinlich eine Vibration der kleinsten Bestandtheile der Körper, um sie von einander zu trennen, definirt, und repulsive Bewegung genannt werden. Sie könne durch Reibung und Stoß erzeugt oder vielmehr erhöht werden.

Herr Gren *) bemerkt, daß bey der Entstehung der Wärme durchs Reiben zweyer Körper an einander zwar noch nicht alle Umstände ins Licht gesetzt, aber doch so viel ausgemacht zu seyn scheine, daß eine plötzliche und starke Zusammendrückung der Theile der sich reibenden Körper statt finden müsse, wenn dadurch Hitze erregt werden solle, welches auch das Geräusch, das beym Reiben immer zugegen sey, bestätige. Vielleicht werde nun durch diese plötzliche Zunahme der Dichtigkeit der Theile ihre Capacität oder ihre specifische Wärme vermindert, und so Anhäufung von freyem Wärmestoffe, oder Temperaturerhöhung zuwege gebracht. Hieraus ließe sich erklären, wie bey übrigens gleichen Umständen und gleichen Körpern die Entstehung

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 637.

ſtehung der Wärme um deſto größer ſey, je heftiger das Reiben geſchehe, oder je ſchneller und ſtärker die ſucceſſiven Zuſammendrückungen und Schwingungen der Theile erfolgen. Ferner lehrten die Erfahrungen, daß die Leitungskraft der Körper für die Wärme auf die Erregung der Hitze vielen Einfluß habe, und daß dieſe bey gleicher Stärke der Reibung um deſto größer ſey, je ſchlechtere Leiter für die Wärme die reibenden Subſtanzen ſeyen. Die Luft, welche die reibenden Theile berühren, könne daher auch Wärmetheilchen ſchnell genug ableiten, daß ihre Wirkung nicht bemerkbar werde, wenn die Wirkung des Reibens nur ſchwach ſey; und wirklich habe auch Pictet deßhalb im luftleeren Raume die Wirkung des Reibens größer als im luftvollen gefunden, welches zugleich beweiſe, daß die Luft ſelbſt die beym Reiben feſter Körper erregte Wärme nicht hergebe. Freylich könne aber beym Reiben entzündlicher Subſtanzen die Temperatur derſelben bis zu ihrer Entzündungshitze erhöht und dadurch Verbrennen verurſacht werden, wobey dann die Luft allerdings zur Erzeugung der Hitze wirkſam ſey. Flüſſige Körper könnten ſich wegen der Verſchiebbarkeit ihrer Theile nicht unter einander reiben, wie man ſonſt angenommen habe. In ihnen ſelbſt ſey daher dieſe Art der Erregung der Wärme nicht möglich. Bey elaſtiſchen Flüſſigkeiten könne jedoch durch plötzliche Zuſammendrückung derſelben auf eine ähnliche Art, wie beym Reiben, Wärmeſtoff angehäuft werden, wie die Temperaturerhöhung der Luft beym ſchnellen Comprimiren derſelben offenbar beweiſe.

Die andere Art, wodurch Körper unmittelbar erwärmt werden, geſchieht durch die Einwirkung des Sonnenlichts. Man hat aber hiebey einen merklichen

lichen Unterschied wahrgenommen. Es werden nämlich verschieden gefärbte Körper bey gleicher Einwirkung des Sonnenlichtes verschieden erwärmt. Versuche hierüber haben besonders Musschenbroek [t]), Franklin [u]), de Saussure [x]) und Pictet [y]) angestellt. Ja Cavallo und Pictet haben wahrgenommen, daß Thermometer mit geschwärzten Kugeln schon am Tageslichte höher stehen, als solche, deren Kugeln rein sind. Hiebey entsteht aber die Frage, auf welche Art erwärmen die Sonnenstrahlen die denselben ausgesetzten Körper? Die gemeinste Meynung ist beständig diese gewesen, daß das Sonnenlicht wirklich Wärmestoff auf die Erde herabsende, und die Körper dadurch warm mache. Allein de Luc [z]) suchte zu zeigen, daß die Sonnenstrahlen nicht wirkliche Wärme mittheilen, sondern nur die in den Körpern selbst befindliche rege machen. Er glaubte dieß aus Beobachtungen des Herrn Pictet zu bestätigen, welche letzterer nachher ausführlich beschrieben, und mehrere Folgen daraus gezogen hat [a]). An einem senkrecht aufgerichteten Mastbaume wurden einige Thermometer in verschiedenen Höhen, insbesondere eines 75 Fuß hoch über der Erde an freyer Sonne, und ein anderes 5 Fuß hoch über dem Boden in den Schat-

t) Introductio ad philosoph. natural. Tom. II. §. 1620 sq.

u) Lettres on philosophical subjects. lett. 56.

x) Reise durch die Alpen. Th. IV. §. 932.

y) Versuche über das Feuer. §. 183 f.

z) Briefe über die Geschichte der Erde ꝛc. B. I. imgl. System über die Wärme; in den Leipz. Sammlung. zur Physik und Naturgesch. B. II. St. 6. S. 643 f.

a) Versuch über das Feuer. S. 160 f.

Schatten angebracht, und der Gang derſelben mit Sorgfalt beobachtet. Dieſe Beobachtungen zeigten Herrn Pictet folgende merkwürdige Erſcheinungen. Des Morgens, 2 bis $2\frac{1}{2}$ Stunde nach Sonnenaufgang, ſtanden beyde gleich hoch; nachdem aber die Sonne höher heraufſtieg, erwärmte ſich das untere Thermometer mehr, als das obere, und der größte Unterſchied, welcher in dem wärmſten Momente des Tags ſtatt hatte, betrug etwa zwey Grade nach der Sotheiligen Skale. Hierauf näherten ſich beyde Thermometer einander wieder, trafen einige Zeit vor Untergang zuſammen, und gingen dann auf die entgegengeſetzte Art von einander ab, indem nun das untere niedriger als das obere ſtand. Dieſer Unterſchied nahm von Sonnenuntergang bis zu Ende der Dämmerung ſchnell zu, und ging bis auf 2 Grad und drüber. So war der Stand die ganze Nacht durch unverändert, und einige Zeit nach Sonnenaufgang fingen die Thermometer erſt an ſich wieder einander zu nähern, und erreichten nach zwey Stunden einen übereinſtimmenden Stand. Dieſen Gang beobachteten beyde Thermometer beſtändig bey ruhigen und heitern Tagen; nur bey heftigen Winden und bey gleichförmig trübem Himmel ſtimmten beyde Thermometer faſt den ganzen Tag über zuſammen. Dieſe Verſuche dienten dem Herrn de Luc [b]) vorzüglich zum Beweiſe, daß die Sonnenſtrahlen an ſich nicht warm ſind, folglich durch Mittheilung nicht erwärmen, weil in den höhern Gegenden der Atmoſphäre das von der Sonne beſchienene Thermometer nicht ſo viel Wärme zeigt, als ein im Schatten ſtehendes in untern Gegenden.

Er

b) Sechſter Brief an de la Metherie in Grens Journal der Phyſik. B. IV. S. 233 f.

Er erklärt dieß daher, weil die Sonnenstrahlen in der dünnern und trockenern Luft der obern Schichten nicht so viel Wärmestoff, den sie rege machen können, antreffen, als in der dichtern und feuchtern Luft nahe an der Erdfläche. Außerhalb der Atmosphäre ist nach de Lüc die Sonne nicht erwärmend, sondern nur leuchtend. Auf hohen Bergen geben die Sonnenstrahlen mehr Helligkeit, und sind doch weniger warm. Es lasse sich gar wohl denken, daß in einer sehr großen Höhe der Atmosphäre das Sonnenlicht gar nicht mehr erwärme, und doch noch das Vermögen behalte, im Brennpunkte zu zünden. Die Helligkeit desselben nehme desto mehr ab, je tiefer es falle, und mit Erreichung der Erdfläche werde es fast von allen Körpern absorbirt; alsdann sey die Erregung der Wärme die vorzüglichste Wirkung der Sonnenstrahlen. Nehme man dagegen an, daß das Sonnenlicht den Wärmestoff selbst enthielte, so müßte nach Sonnenuntergang gar keine Wärme mehr in dem Luftkreise anzutreffen seyn; denn welche Kräfte könnten sie zurückhalten? sie würde ohne Zweifel mit der nämlichen Geschwindigkeit entfliehen, als sie ankam, und so müßte im Sommer starke Hitze und Kälte schnell mit einander abwechseln. Entspränge also die Wärme aus der Verbindung des Lichts mit der Wärmematerie, so würde das erstere durch diese Verbindung genöthigt, länger um die Erde und in ihr zu verweilen. Ferner bringe der Schatten eines kleinen Körpers das Quecksilber eines an der freyen Sonne hangenden Thermometers nicht zum Fallen, wohl aber der Schatten größerer Körper, wodurch die ganze Luft vor den Sonnenstrahlen geschützt wird; — ein Beweis, daß diese Strahlen nicht durch eine eigene Wärme, sondern erst durch die in der Luft erregte wirken. Hieraus

zieht nun de Lüc den Schluß, daß die Sonnenſtrahlen Wärme erregen, aber nicht ſelbſt der Wärmeſtoff ſind; denn ſobald ſie Wärme erzeugen, werden ſie ihrer vorigen Eigenſchaft beraubt, ſie ſtrahlen und leuchten nicht mehr. Die Sonnenſtrahlen wirken aber auf eine doppelte Art; zuerſt erzeugen ſie in den Körpern eine Wärme, und dann zweytens vermehren ſie die ausdehnende Kraft des ſchon vorhandenen Wärmeſtoffs. Es erhält alſo die ganze in der Atmoſphäre befindliche Wärmemaſſe durch das Daſeyn der Sonne eine Vergrößerung ihrer ausdehnenden Kraft, und dem Aufhören dieſer Wirkung müſſe man es vorzüglich zuſchreiben, daß in heitern Tagen nach Sonnenuntergang eine ſchleunige Erkältung der Atmoſphäre entſtehe. Eben dadurch erklärten ſich auch die abwechſelnden Jahrszeiten; denn je länger und anhaltender das Sonnenlicht über der Erdfläche wirke, und je größer der Winkel ſey, unter welchem daſſelbe auf die Oberfläche der Körper falle, deſto mehr Wärme werde erzeugt, und deſto mehr die ausdehnende Kraft der ſchon vorhandenen vergrößert. Die Wärme, als Wirkung des freyen Feuers anderer Subſtanzen, ſey ſtets der ausdehnenden Kraft des Feuers angemeſſen; daher werde ſie auch durch die Wirkung der Lichtſtrahlen vermehrt. Allein die Vergrößerung der ausdehnenden Kraft des Feuers durch neues Licht habe auch ihre Grenzen; denn wenn ſie eine gewiſſe Stufe erreicht habe, ſo gebe das Licht ein überſchüſſiges Feuer wieder her. Daraus erklärt de Lüc die Helligkeit, welche ſich in der Nacht zeigt, wenn gleich die Strahlen der andern leuchtenden Weltkörper nicht zur Erde gelangen, ingleichen die übrigen phosphoriſchen Erſcheinungen.

Aehnliche Gedanken über die Erwärmung der Körper durch das Sonnenlicht hat vor de Lüc Herr Luz [c]) angeführt, und zugleich auf einige ihm dagegen gemachte Einwendungen geantwortet [d]).

Nach Herrn Gren [e]), welcher das Licht als eine Zusammensetzung von Brennstoff und Wärmematerie betrachtet, erhitzt das Sonnenfeuer die seinem Einflusse ausgesetzten Körper nicht allein nach Maaßgabe des freyen Wärmestoffs, welcher dabey ist, sondern auch nach Maaßgabe der stärkern oder schwächern Zersetzung des Lichts, die es von diesen Körpern erleidet. Vielleicht sey das Verhältniß des freyen Wärmestoffs zum Lichte im Sonnenfeuer nur sehr gering; und daraus ließe sich erklären, warum die Sonnenstrahlen bey dem Durchgange durch die atmosphärische Luft, welche nur wenig Licht zersetzt, die Luft selbst nur wenig erwärmen könne. In der Zersetzung des Sonnenlichts durch den Erdboden und die darauf befindlichen Körper sey auch wohl der vorzüglichste Grund zu suchen, warum die niedrigern Gegenden der Atmosphäre an der Erdfläche eine höhere Temperatur, als die höhern Regionen derselben besitzen. Je mehr die Körper durch ihre Anziehung des Brennstoffs das Licht zersetzen, desto mehr Wärmestoff sondere sich aus dem Lichte ab, desto mehr verändern sie seine Action, zu erleuchten, in die zu erwärmen. Körper, welche also das Licht ganz, ohne

c) Vollständige Anweisung, Thermometer zu verfertigen. Nürnb. 1781. 8. §. 199.

d) Vollständige Beschreibung der Barometer. Nürnberg 1784. 8. Anhang S. 84.

e) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 816 u. f.

ohne zerſetzt zu werden, durchdringt, und Körper, welche es unzerſetzt reflektiren, können nur in ſo fern erwärmt werden, als beym Lichte freyer Wärmeſtoff iſt. Hieraus erklärt Gren die verſchiedene Erwärmung der verſchieden gefärbten Körper von den Sonnenſtrahlen unter ſonſt gleichen Umſtänden.

Eine dritte beſonders merkwürdige Art, unmittelbare Wärme hervorzubringen, findet bey Vermiſchungen ſehr vieler ungleichartiger Subſtanzen ſtatt. Die Meynungen und Entdeckungen hievon ſollen aber erſt weiter unten erzählt werden.

Thermometer, Pyrometer, nebſt der freyen, fühlbaren oder thermometriſchen Wärme.

Herr de Lüc hatte ſich außerordentliche Mühe gegeben, durch Verſuche darzuthun, daß das Queckſilber zur Füllung der Thermometer unverkennbare Vorzüge vor dem Weingeiſte beſitze, und daß jenes ſechsmal empfindlicher als dieſes ſey. Indeſſen glaubt doch Herr Luz [f]) aus ſeinen Verſuchen ſchließen zu dürfen, daß Queckſilber und Weingeiſt in freyer Luft und im Waſſer, das nach und nach ſeine Wärme verliert, beyde in gleichem Grade empfindlich ſind; da im Gegentheil das Queckſilber bey plötzlich abnehmender Wärme doppelt, und bey plötzlich zunehmender Wärme dreymal empfindlicher ſey, als der Weingeiſt. Beym allmähligen Erkalten in freyer Luft zeigte ſich anfänglich das Queckſilber zwar empfindlicher, gegen das Ende holte der Weingeiſt es aber ein, und gelangte zum

f) Vollſtändige Anweiſung, die Thermometer zu verfertigen. Cap. 8. S. 159 f.

zum Gleichgewichte mit der Luft fast noch eher, als das Queckſilber.

Herr Strohmeyer[g]) ſtellte gegen des Herrn de Lüc's Verſuche und Sätze einige Zweifel auf. Er behauptete, der Weingeiſt ſey bey tiefern Graden der Kälte dem Queckſilber weit vorzuziehen. Den Weingeiſt fand er bey einer Temperatur von — 16 Grad nach Fahrenh. in einer Miſchung von Schnee und Salpetergeiſt vollkommen flüſſig, da ſchon das Queckſilber wie ein weiches Amalgama zuſammen gerann, ſich im Anfange des Gerinnens ſchnell verdichtete, und nachher wie ein Faden hängen blieb. Hierin hat Herr Strohmeyer Recht; ſonſt aber hat er den Herrn de Lüc nicht richtig verſtanden, wenn er anführt, den Hauptgrund, welchen de Lüc gegen den Weingeiſt anführe, als ob derſelbe einen ungleichen Gang habe, werde er durch Verſuche widerlegen. Einen ſolchen Grund gebraucht de Lüc nirgends; denn ſonſt würde er das Queckſilber ſelbſt verworfen haben, von welchem er die Gleichheit ſeines Ganges keinesweges behauptet. Seine Meinung iſt bloß dieſe: das Queckſilber kommt dem gleichen Gange der Wärme näher als der Weingeiſt. Dieß widerlegen nun die Verſuche nicht, welche Strohmeyer gar nicht einmal anführt, ſondern von welchen er nur überhaupt ſagt, daß ſie mit du Creſt genau zuſammenſtimmten. Einer Vergleichung mit der Wärme, worauf eigentlich alles ankommt, wird dabey mit keinem einzigen Worte Erwähnung gethan. Auch hat Herr Luz gezeigt, daß Strohmeyer in du Creſt's Tabellen die dem Queckſilber zugehörige Columne mit der für den Weingeiſt verwechſelt, und dieſen Fehler auch

g) Anleitung übereinſtimmende Thermometer zu verfertigen. Götting. 1775. 8.

auch in ſeiner Rechnung fortgeführt hat, ſo daß es unbegreiflich iſt, wie ſie mit den Verſuchen haben übereinſtimmen können. Die Beſchuldigung kann alſo dem Herrn de Lüc gar nicht treffen, daß er bey ſeinen Verſuchen das gehörige Umrühren des erwärmten Waſſers müſſe vernachläſſigt haben, indem er ausdrücklich ſagt, daß er dieſe Vorſicht genau beobachtet habe.

Dagegen hat Herr Luz Verſuche angeſtellt, welche von denen des Herrn de Lüc nur in Kleinigkeiten abweichen, wie folgende Vergleichung mit 4 Thermometern von 80 Graden beweiſet:

Queckſilberthermometer.		Weingeiſtthermometer.		
		Ducreſt	de Lüc	Luz
Siedpunkt	80	80,00	80,00	80,00
	75	73,21	73,80	73,80
	70	66,83	67,80	67,80
	65	60,80	61,90	61,90
	60	55,06	56,20	56,10
	55	49,57	50,70	50,40
	50	44,31	45,30	44,90
	45	39,24	40,20	39,60
	40	34,36	35,10	34,70
	35	29,63	30,30	29,90
	30	25,05	25,60	25,30
	25	20,60	21,00	20,90
	20	16,27	16,50	16,50
	15	12,05	12,20	12,20
	10	7,94	7,90	7,90
	5	3,93	3,90	3,90
Eispunkt	0	0,00	0,00	0,00
—	5	— —	— —	— 3,90
—	10	— —	— —	— 7,60
—	15	— —	— —	— 11,20
—	20	— —	— —	— 14,50

Bey

Bey genau übereinstimmenden Thermometern kömmt es vorzüglich auf die richtige Bestimmung der beyden festen Punkte an. Herr de Lüc hatte sich bereits sehr viele Mühe gegeben, den Siedpunkt bey verschiedenem Drucke der Atmosphäre aufzufinden, und zur Auffindung desselben ein Paar Regeln aus seinen Versuchen abgeleitet (Th. V. S. 27. u. f.). Im Jahre 1777. setzte die königliche Akademie der Wissenschaften zu London eine eigene Commission nieder, welche die festen Punkte der Thermometer untersuchen sollte. Die Glieder dieser Commission waren vorzüglich die Herren Cavendish, de Lüc, Maskelyne und Horsley[h]). Bey der Untersuchung des Siedpunkts gebrauchten zwar diese Herren auch offene Gefäße, in welche sie die Thermometer brachten; allein vorzüglich wählten sie hiezu ein vom Herrn Cavendish erfundenes Gefäß (fig. 14.) abdc von Blech, das oben mit Handhaben versehen, und bey seiner Oeffnung ab ringsherum mit einem etwas breiten hervorspringenden Rand versehen ist. Dieß Gefäß wird mit einem genau passenden blechernen Deckel verschlossen, um die Dämpfe des kochenden Wassers zusammenzuhalten; überdieß wird noch rings um diesen Deckel und auf ihn eine dicke nasse Leinwand gelegt. Mitten in dem Deckel wird eine kleine Oeffnung gemacht, und in diese ein blechernes Röhrchen f angelöthet, in welches ein Korkstöpsel gesteckt wird, durch dessen Oeffnung in der Mitte die Thermometer-Röhre hin-

h) Philosoph. Transact. Vol. LXVII. P. II. n. 37, Bericht einer von der königl. Societät zu London niedergesetzten Commission, über die beste Methode, die festen Punkte des Thermometers zu bestimmen, in den Leipz. Sammlung. zur Physik und Naturgesch. B. I. St. 6. S. 643. f.

hindurch gezwängt wird, damit keine Dämpfe entweichen können. Endlich erhält der Deckel noch ein kleines blechernes angelöthetes und an beyden Enden offenes Röhrchen e von 3 Zoll Länge und $\frac{1}{2}$ Zoll Weite, damit die überflüſſigen Dämpfe entweichen können.

Von dieſem Gefäß haben nun jene Herren zweyerley Gebrauch gemacht: 1. haben ſie bloß den untern Theil deſſelben etliche Zoll hoch mit Waſſer angefüllt, und das Thermometer ſo geſtellt, daß ſeine Kugel nicht das Waſſer ſelbſt berührte, ſondern ein Paar Zoll darüber ſtand. Das Thermometer war alſo bloß den Dämpfen des kochenden Waſſers ausgeſetzt. 2. Bisweilen hatten ſie unter ſonſt gleichen Umſtänden die Thermometerkugel in das Waſſer ſelbſt verſenkt. Sie füllten nämlich ſo viel Waſſer zu, daß die Kugel 2 bis 3 Zoll tief unter dem Waſſer ſtand.

In beyden Fällen erhißten ſie nur den Boden des Gefäßes, und verhüteten, daß das Feuer nicht höher hinauf an die Seitenwände des Gefäßes ſchlagen konnte. Deßwegen legten ſie nicht allzuweit über dem Boden einen ohngefähr 2 Zoll breiten Ring von Eiſenblech um das Gefäß, und bedienten ſich bloß eines Kohlenfeuers.

Aus ihren angeſtellten Verſuchen ergaben ſich folgende Reſultate:

1. Am Waſſer ſelbſt fanden ſie keinen Unterſchied, ſie mochten deſtillirtes, oder Regen- oder Quellwaſſer nehmen; beym Kochen deſſelben war der Grad der Wärme der nämliche.

2. Das Waſſer mochte ſchnell oder langſam gekocht werden, ſo gab das Thermometer doch keinen

größern

gröſsern Unterschied, als höchstens von $\frac{1}{10}$ Fahrenh. Grad. Nur in dem Falle betrug er mehr, wenn ein groſser Theil der Seitenwände des Gefäſses dem Feuer ausgesetzt wurde. Der Unterschied konnte auf $\frac{1}{2}$ Grad steigen.

3. Stand die Kugel des Thermometers 15 Zoll unter dem Wasser, so stieg das Thermometer um $\frac{2}{3}$ Grad höher, als wenn die Kugel nur von 4 Zoll hoch Wasser bedeckt, die Röhre aber dabey in den Dämpfen des kochenden Wassers war. Daher schlagen sie vor, die Kugel nur bis auf die bestimmte Höhe von 4 Zoll unter das Wasser zu bringen.

4. Am regelmäſsigsten fielen die Thermometerhöhen aus, wenn nur etliche Zoll Wasser unter, und eben so viel über der Kugel sich befanden.

5. Am allersichersten war es, wenn die Kugel gar nicht ins Wasser, sondern bloſs in die Dämpfe des siedenden Wassers gebracht wurde. Uebrigens war es gleichviel, die Kugel mochte nahe oder weit vom Wasser abstehen.

6. Die Hitze der Dämpfe beträgt 0,48 Fahrenh. Grade weniger, als die Hitze des siedenden Wassers. Dieſs macht gerade so viel, als der Unterschied, den eine Barometerveränderung von $\frac{3}{10}$ englische Zoll bewirken kann. Daher muſs der im Wasser selbst gesuchte Siedpunkt mit dem in den Dämpfen bestimmten übereintreffen, wenn bey dem letztern die Barometerhöhe $\frac{3}{10}$ Zoll höher als bey dem erstern gewesen ist.

7. Wenn einerley Thermometer unter denselben Umständen und bey einerley Barometerhöhe, aber an verschiedenen Tagen, entweder in das Wasser selbst, oder

oder in die Dämpfe gebracht wurden, ſo fand ſich ein Unterſchied von 0,35 bis 0,8 Graden. Die Urſache hievon konnten ſie nicht entdecken.

Uebrigens gaben dieſe Gelehrten noch folgende Regel: Wenn das Fahrenheitſche Thermometer die Kälte des thauenden Eiſes durch den 32ten und die Hitze des ſiedenden Waſſers durch den 212ten Grad richtig ausdrucken ſolle, ſo müſſe der Siedpunkt im Waſſer bey der Barometerhöhe von 29,5 engliſchen Zollen = 332,15 Pariſ. Linien, und in den Dämpfen des ſiedenden Waſſers bey der Barometerhöhe von 29,8 engliſchen Zollen, = 335,5 Pariſ. Linien genommen werden. Bey andern Barometerhöhen ſolle man den beſtimmten Siedpunkt auf die angegebenen reduciren.

Wollte man bey dieſer Reduction die Th. V. S. 30. u. f. angeführten Formeln A) und B) gebrauchen, ſo würde ſie etwas beſchwerlich werden. Inzwiſchen läßt ſich ohne merklichen Fehler annehmen, daß die Aenderungen des Siedpunkts in den engen Grenzen der gewöhnlichen Barometerveränderungen proportional ſind. Berechnet man alſo nach dieſen Formeln die Siedhitze für $29\frac{1}{2}$ und $30\frac{1}{2}$ engl. Zoll Barometerhöhe (d. i. für 332,15 und 343,43 Pariſ. Linien), ſo findet man ſie 80,54 und 81,25 Grade; alſo beträgt der Unterſchied 0,71 Grad nach der Reaumürſch. oder $\frac{9}{4}$ 0,71 = 1,59 nach der Fahrenheitſchen Skale. Aendert ſich alſo das Barometer um 0,114 engliſche Zoll, ſo würde ſich folglich um jenen Barometerſtand herum der Siedpunkt etwa um 0,114 . 1,59 = 0,181 Fahrenh. Grade, d. i. um $\frac{1}{1000}$ des ganzen Abſtandes zwiſchen Sied- und Gefrierpunkt ändern. Hieraus zog man dieſe leich-

te

te Regel: steht das Barometer um 0,114 . α Zoll höher oder niedriger, als die zur allgemeinen Norm angenommenen Barometerstände sind, so muß man den angenommenen Siedpunkt um α Tausendtheile seines Abstandes vom Gefrierpunkte weiter herab, oder weiter hinauf rucken. Hiernach ist nun eine Berichtigungstabelle von den genannten Gelehrten berechnet worden, welche Herr Luz zugleich auf Pariser Maas reducirt hat.

Barometerhöhe				Berichtigung in Tausendtheilen
in Dämpfen		im Wasser		
englisches Maas	Pariser Linien	englisches Maas	Pariser Linien	
		30,64	345,00	— 10
		53	343,76	— 9
30,71	345,78	41	342,40	— 8
59	344,43	29	340,94	— 7
48	343,20	18	339,82	— 6
37	341,96	07	338,58	— 5
26	340,60	29,95	337,23	— 4
14	339,38	84	335,99	— 3
03	338,13	73	334,75	— 2
29,91	336,78	61	333,40	— 1
80	335,54	50	332,15	0
69	334,30	39	330,92	+ 1
58	333,06	28	329,68	+ 2
47	331,82	17	328,45	+ 3
36	330,58	06	327,20	+ 3
25	329,35	28,92	325,63	+ 4
14	328,10	81	324,39	+ 5
03	326,87	70	323,15	+ 6
28,92	325,63	59	321,91	+ 7
81	324,39			+ 8
70	323,15			+ 9
59	321,91			+ 10

Der Gebrauch dieſer Tabelle iſt folgender. Es ſey der Siedpunkt im Waſſer bey 29,73 Zoll Barometerhöhe beſtimmt worden, und der Abſtand dieſes Punkts von dem Gefrierpunkte betrage 14 Zoll, ſo ſteht bey der Zahl 29,73 für das Waſſer in der Tabelle die Zahl — 2, es muß daher die Stelle des 212ten Grades um $-\frac{2}{1000} \cdot 14 = 0{,}028$ Zoll niedriger als der beobachtete Punkt geſetzt werden.

Die von Herrn de Lüc angeführten beyden Formeln zur Beſtimmung des Siedpunkts bey verſchiedenen Barometerſtänden treffen für die angegebenen Grenzen ziemlich zuſammen (Th. V. S. 31.); allein daraus folgt noch nicht, daß ſie wirkliche Naturgeſetze ausdrucken. Vielmehr läßt ſich behaupten, daß ſie dieß in der That nicht thun. Denn für 6 Linien Barometerhöhe würden beyde Formeln einen negativen Werth geben, mithin den Siedpunkt unter den Eispunkt bringen, welches widerſinnig wäre. Gren wünſchte daher Erfahrungen über die Grade des Siedpunkts bey niedrigern Barometerhöhen, als ſie der Herr de Lüc hat, zu erhalten. Verſuche dieſer Art hat zwar ſchon Herr Achard i) unter der Glocke der Luftpumpe angeſtellt, dabey aber auf den Druck der äußern Luft gegen die Queckſilberſäule ſeines Elaterometers Acht zu haben, und den jedesmaligen Barometerſtand beym Verſuche zu bemerken, gänzlich vergeſſen. Deßwegen waren ſeine Reſultate zur Beſtimmung der abſoluten Elaſticität ganz unbrauchbar; auch wurde er aus dieſen Verſuchen auf die ganz irrige

i) Ueber das Verhältniß zwiſchen dem Drucke der Luft auf die Oberfläche der Flüſſigkeiten und dem Grade der Wärme, den ſie beym Kochen erhalten, in ſ. Sammlung phyſ. chemiſch. Abhandl. B. I. Berlin 1784. S. 213 u. f.

irrige Folge geleitet, daß der Grad der Siedhitze des Wassers im geraden Verhältnisse der Verdichtung oder der absoluten Elasticität der Luft stehe. Gren k) unternahm es daher, eigene Versuche anzustellen. Zu dem Ende brachte er unter eine geräumige Glocke eine 10 Zoll lange heberförmige Barometerprobe, deren Skale in Pariser Zolle und Linien getheilt war; daneben stellte er ein Glas mit kochendem Wasser auf den Deckel eines Pappencylinders, damit es durch Berührung mit dem Teller nicht so schnell abkühlen möchte. In das Wasser hieng er ein sehr empfindliches von Herrn Renard verfertigtes Quecksilberthermometer ohne Gestell, dessen Siedpunkt bey 28 Zoll Barometerhöhe bestimmt war. Von mehreren Personen beobachtete die eine den Thermometerstand beym Sieden des Wassers, die zweyte den Stand des Queckſilbers in dem einen Schenkel des Barometers, eine dritte den im andern Schenkel, und eine vierte schrieb die angesagten Zahlen auf.

Hatte man die Luft unter der Glocke so weit verdünnt, daß das Wasser zu kochen anfieng, so sank das Barometer während des Kochens immer noch um einige Linien herab, ohne daß mit der Verdünnung fortgefahren wurde. Die Ursache davon lag in der Zersetzung der ausgehenden Wasserdämpfe durch ihre Berührung mit der Glocke und dem übrigen Apparate, wodurch das Fluidum unter der Glocke nothwendig eine geringere Elasticität erhalten mußte. So fiel auch während des Siedens das Thermometer schneller als sonst, weil zu der fortdauernden Abkühlung des

k) Neues Journal der Physik. B. I. H. 2. S. 184 u. f.

des Waſſers noch die durch Verdampfung hervorgebrachte hinzukam. Durch dieſe Umſtände war Gren genöthigt, den Stand des Barometers und Thermometers ſo zu beſtimmen, wie er beym erſten Augenblicke, in welchem das Waſſer zu kochen anfieng, ſtatt findet.

Bey Barometerhöhen über 10 Grad, wozu die Barometerprobe nicht zureicht, wird die Elaſticität der Luft unter der Glocke am beſten durch den Stand des Queckſilbers gemeſſen, welches in einer mit dem Raume der Glocke communicirenden Röhre durch den Druck der äußern Luft erhalten wird, indem man den beobachteten Stand in dieſer Röhre von dem gleichzeitigen Stande eines in der Nähe befindlichen Barometers abzieht.

Die Verſuche gaben Gren folgende Reſultate:

Barometerſtand	Siedgrade des Waſſers	Barometerſtand	Siedgrade des Waſſers
14 Zoll 6,5 Lin.	67° Reaum.	3 Zoll 9 Lin.	43° Reaum.
8 - 0 -	56–57°	3 - 5 -	42 -
7 - 8,5 -	55,8 -	3 - 2 -	45,25 -
7 - — -	54 -	3 - 1 -	40 -
6 - 1 -	51,5 -	2 - 11 -	39–39,5
5 - 5,5 -	50,5 -	2 - 9 -	38 -
5 - 3 -	49 -	2 - 3 -	35 -
5 - 2 -	48,5 -	2 - 1 -	33,75 -
4 - 10 -	47–47,5	1 - 11 -	32 -
4 - 4 -	45,5 -	1 - 9 -	31 -
3 - 11 -	44 -	1 - 6 -	29,5 -

Hieraus ſchloß nun Gren das allgemeine Geſetz, daß die abſolute Elaſticität der Waſſerdämpfe in jedem Siedgrade dem jedesmaligen Barometerſtande gleich ſey, welcher beym Kochen des Waſſers ſtatt hat, oder,

oder, welches auf eins hinausläuft, der Druck, welchen die Oberfläche des siedenden Wassers leiden muß, ist der absoluten Elasticität der Wasserdämpfe gleich. Dieß Gesetz ließ sich schon aus der Theorie erwarten, indem die Permanenz und Entstehung der Wasserdämpfe nicht anders bestehen können, als wenn ihre Elasticität mit dem Drucke der Luft das Gleichgewicht hält.

Nun stellte Gren eine Vergleichung seiner Resultate mit den Siedgraden an, welche für gleiche Barometerhöhen durch Berechnung aus Herrn de Lüc's Formel A) erhalten werden, welche folgendes gab:

Barometerstand	Siedgrade beobachtete	Siedgrade berechnete		Unterschied
14 Zoll 6,5 Linien	67°	66,7	—	0,30
7 - 0 -	54	50,98	—	3,02
3 - 11 -	44	38,5	—	5,50
2 - 9 -	38	30,9	—	7,10
2 - 3 -	35	26,58	—	8,42
1 - 11 -	32	23,13	—	8,87
1 - 6 -	29,5	17,86	—	11,64

Die vierte Columne zeigt, daß die berechneten Siedgrade nach de Lüc's Formel bey niedrigern Barometerhöhen zu klein ausfallen, und daß dieser Irrthum desto größer werde, je niedriger die Barometerhöhe, oder je geringer der Druck angenommen wird.

Vergleichungstafeln der Skalen von verschiedenen Thermometern finden sich bey Strohmeyer [1]),

P. Hell,

1) Anleitung übereinstimmende Thermometer zu verfertigen. Götting. 1775. 8.

P. Hell [m]), im Journal de phyſique [n]), und am vollſtändigſten bey van Swinden [o]).

Gleichungen zur Reduction der Thermometergrade auf andere Skalen hat Herr Kramp [p]) zuerſt gebraucht, ohne jedoch die Art, wie ſie gefunden werden, anzuführen.

Formeln, welche zur Verwandlung der Thermometergrade dienen, hat Winkler ſchon im Jahre 1754 mitgetheilt [q]). Auch Käſtner [r]) handelt von dieſem Gegenſtande. In der größten Allgemeinheit hat Herr Hindenburg [s]) die Aufgabe der Vergleichung der Thermometerſkalen ſo aufgelöſt, daß man die hiezu gehörigen Formeln zuſammen leicht und deutlich überſieht. Hiebey kommt es auf die Frage an: wenn in zwey verſchiedenen Skalen die Anzahl ihrer Grade m und μ, die Zahlen, welche am Gefrierpunkte ſtehen, d und δ, und die Zahlen an zwey andern übereinſtimmenden Punkten x und ξ heißen, wie können beyde letztere x und ξ aus einander gefunden werden? Weil hier von genau harmonirenden Thermome-

m) Ephemerid. Vienn. 1764. p. 164. 243.

n) Vol. XVI. 1773.

o) Diſſert. ſur la comparaiſon des thermomètres. Amſt. 1778. 8.

p) Geſchichte der Aeroſtatik. Th. I. S. 100. imgl. Anhang zur Geſchichte der Aeroſtatik. S. 45. 50. 51.

q) Anfangsgründe der Phyſik. Leipz. 1754. 8. §. 124 f.

r) Abhandl. von Höhenmeſſungen mit dem Barometer in den Anmerk zur Markſcheidekunſt. S. 361. 372 u. f. Anfangsgründe der angewandten Mathematik. 4te Aufl. 1792. Zugabe zur Aerometrie. S. 390 f.

s) Progr. formulae comparandis gradibus thermometricis idoneae. Lipſ. 1791. 4.

mometern die Rede ist, so folgt, daß sich die Zahlen der Grade zwischen dem Gefrier- und Siedpunkte beyder Thermometer gerade so wie die Zahlen der Grade zwischen den Gefrierpunkten und den mit x und ξ bezeichneten verhalten müssen, d. h. es ist

$$m : \mu = x - d : \xi - \delta$$

Daraus ergiebt sich nun folgende Gleichung

$m\xi - m\delta = \mu x - \mu d$, und daraus findet sich

$$x = \frac{m(\xi - \delta)}{\mu} + d \text{ und } \xi = \frac{\mu(x - d)}{m} + \delta$$

wo abwärts gezählte Grade durch negative Zeichen angedeutet werden.

Aus diesen allgemeinen Formeln lassen sich für bestimmte Skalen sehr leicht besondere Ausdrücke ableiten. Wenn die Buchstaben F, R, I, C harmonirende Grade auf Fahrenheit's, Reaumür's, de l'Isle's und Celsius's Skalen anzeigen, so müssen in jenen allgemeinen Formeln für m, d, x und μ, δ, ξ die gehörigen Werthe substituirt werden. Hierbey findet noch der Vortheil statt, daß man die Brüche $\frac{m}{\mu}$ und $\frac{\mu}{m}$, wenn es möglich ist, in ihre kleinsten Zahlen ausdrücken kann, wodurch man folgende sehr einfache Formeln findet

$F = \frac{9}{4}R + 32$ $\quad I = 150 - \frac{15}{8}R$

$F = 212 - \frac{6}{5}I$ $\quad R = \frac{4}{5}C$

$F = \frac{9}{5}C + 32$ $\quad C = 100 - \frac{2}{3}I$

Aus diesen Gleichungen lassen sich noch folgende sehr bequeme Ausdrücke zur Vergleichung von F, R, I, C ableiten

$4F - 9R = 128$ $\quad 8I + 15R = 1200$

$5F + 6I = 1060$ $\quad 5R - 4C = 0$

$5F - 9C = 180$ $\quad 3C + 2I = 300.$

Uebrigens haben mehrere Schriftſteller, z. B. Düreſt, Strohmeyer, Durand, Lyz und Andere Vorſchriften theils zur Auswahl ſchicklicher Thermometerröhren, zur Beſtimmung der Größen der Thermometerkugeln, zur Füllung der Thermometer, zur richtigen Anſtellung thermometiſcher Beobachtungen, theils zu andern Abſichten gegeben, welche mehr den Künſtler, als den eigentlichen Naturforſcher angehen.

In den neueſten Zeiten hat man auch angefangen, ſogenannte Thermometergraphen zu erfinden, d. h. Vorrichtungen, welche den Gang der Wärme binnen einer gewiſſen Zeit von ſelbſt anzeigen. Herr Six hat eine ſolche Einrichtung angegeben, die den größten und geringſten Wärmegrad, welcher während einer gewiſſen Zeit eingetreten iſt, aufzeichnet. Dieß Werkzeug, welches le Maiſtres [t]) beſchrieben hat, beſteht aus einer zweymal gekrümmten Glasröhre (fig. 15.) abcd, und einem kleinen daran geſchmolzenen Cylinder ag. Der Cylinder und der Theil aby der Röhre ſind mit Alkohol gefüllt, der Theil ycz hingegen mit Queckſilber; jener dient als Wärmemeſſer, und beyde berühren ſich ohne einen Luftzwiſchenraum; das Stück ed iſt leer und bey d offen. Wird der Alkohol bey zunehmender Wärme ausgedehnt, ſo druckt er auf die Queckſilberſäule in y, und treibt dieſe in den Schenkel byc hinunter und in den andern Schenkel czd hinauf. Beyde Schenkel haben gleiche Eintheilung; nach der Einrichtung des Erfinders die Fahrenheitſche. Wenn daher da, wo in der Figur o ſteht, der Punkt des gefrierenden Waſſers in beyden Schenkeln iſt, ſo müſſen von o nach c, und in dem andern Schenkel von o nach d gleiche Eintheilungen aufgetra-

t) Journal de chimie par *de la Metherie*. T. V. p. 150.

tragen werden, und so auch nach den entgegengesetzten Seiten zu.

Bey i und k sind kleine sehr leichte eiserne Pfeile, welche im Feuer bronzirt sind. Die beyden Stückchen Haar n und o thun die Dienste einer elastischen Feder, und drucken so stark gegen die Wände der Röhre, daß der Pfeil, der mit seinem breiten Fuße auf dem Queckſilber ruht, zwar mit diesem die Röhre hinaufsteigen, aber nicht wieder zurücksinken kann, weil nach der ersten Richtung hier die Haare sogleich nachgeben, dagegen nach der andern sich gegen die Wände der Röhre stemmen, und den Pfeil beym Zurücksinken des Queckſilbers hangend erhalten. So zeigen die Pfeile den höchsten und niedrigsten Stand des Queckſilbers, also die größte und geringste Wärme an, welche während irgend einer Zeit eingetreten ist. Will man nach einer solchen Beobachtung das Thermometer aufs neue zu einer Beobachtung einrichten, so zieht man das eiserne Pfeilchen mittelst eines Magnets auf die Oberfläche des Queckſilbers zurück. Man muß darauf sehen, daß der Fuß des Pfeils nicht zu breit sey, damit er dem sich ausbreitenden Weingeiste kein Hinderniß hinabzusteigen in den Weg setze, und diesem ein völlig freyes Spiel lasse. Die Thermometerröhre hatte eine Weite von $1\frac{1}{2}$ Millimetre, oder von ungefähr $\frac{1}{2}$ Linie.

Herr Rouppe ist für dieses Instrument ungemein eingenommen, und bedient sich seit einiger Zeit keines andern Thermometers.

Eine der Six'schen ähnliche Einrichtung hat auch bereits im Jahre 1794 Rutherford u) angegeben. Weil

u) Philos. Trans. of Edinb. society. Vol. III. 1794.

Weil das Six'ſche Werkzeug bloß das Maximum und Minimum der Wärme angiebt, ſo bemerkt Herr von Arnim, daß es auf den Nahmen eines Thermometergraphen keinen Anſpruch machen könne. Selbſt nicht einmal das Maximum und Minimum der Wärme könne nach der Six'ſchen Einrichtung genau und verſtändlich genug angegeben werden, und der Beyfall, welchen ihm Rouppe gebe, laſſe ſich höchſtens nur in ſo fern rechtfertigen, als es bisher an einem beſſern Inſtrumente fehlte. Nicht bloß der Luftdruck wirke auf daſſelbe, und dieſer ſey veränderlich, ſondern der Weingeiſt erleide überdem bey verſchiedenem Stande des Queckſilbers in den beyden Schenkeln, mithin von allen verſchiedenen Wärmegraden, an dem Queckſilber einen verſchiedenen Druck. Auch abgeſehen von dem veränderlichen Drucke müßten die Grade des Six'ſchen, im Vergleiche mit den Graden anderer Thermometer, ungleich werden. Hier wirkten außerdem als Wärmemeſſer zwey Körper zuſammen, welche bey einerley Veränderungen der Temperatur auf das verſchiedenſte ausgedehnt werden, und, nach Lambert's Verſuchen, dem Lichte ausgeſetzt, ſehr verſchiedene Wärmegrade annehmen. Auch dieſe Verſchiedenheit der Ausdehnung beyder Subſtanzen in gleichen Wärmegraden müſſe in einem Inſtrumente, in welchem ſie beyde gemeinſchaftlich den Stand beſtimmen, ungleich wachſende Grade im Verhältniß zu den gleichen Graden eines andern Thermometers hervorbringen. Die Grade dieſes Thermometers könnten daher nicht durch unmittelbare gleiche Eintheilung des Raums zwiſchen dem Froſt- und Siedpunkte gefunden, ſondern müßten durch andere Thermometer beſtimmt werden, von denen man doch nie mit Gewißheit wiſſen könne, ob ſie dieſelbe Tem-

pera-

peratur wie das zu graduirende haben. Ferner verdunste auch das Queckſilber bey einer mittleren Wärme, und die Röhre werde mit Staub und Feuchtigkeit bedeckt; beydes ſey der Genauigkeit gleich hinderlich. Endlich könne er unmöglich glauben, daß die kleinen eiſernen Pfeile, die ſo loſe ſind, daß ſie ſich nicht unter die Oberfläche des Queckſilbers ſenken, daß ſie nur durch einen Magneten herabgezogen werden, daß ſie nur durch ein ſeitwärts gelegtes Pferdehaar ſich halten, wovon der eine ſtets durch den Weingeiſt genäßt werde: daß, ſagt er, dieſe beym Sinken des Queckſilbers ſtehen bleiben, und nicht bey der geringſten Erſchütterung herunterſinken ſollten.

Die Einrichtung des Thermometergraphen des Herrn von Arnim beruht darauf, daß das Queckſilber, welches bey einer hohen Temperatur die ganze Röhre des Thermometers erfüllt, bey einer ſinkenden Temperatur in die Kugel und näher nach der Kugel ſich zurückzieht, ſo daß, wenn man vorher Röhre und Kugel ins Gleichgewicht gebracht hat, dieſes durch die Erniedrigung der Temperatur geſtört wird. Das Thermometer (fig. 16.) ab, welches dazu erfordert wird, muß, um empfindlich zu ſeyn, mit einer längern weitern Röhre und einer verhältnißmäßigen Kugel verſehen ſeyen. Es ruht in der fein gearbeiteten und gut getheilten Meſſingſkale cd, welche durch die Achſe e in den beyden Pfannen f ruht. An der der Kugel gegenüber ſtehenden Seite befindet ſich eine feine Schraube dg, die ſich in eine Spitze endigt; ſie dient einmal, den horizontalen Stand des Thermometers anzuzeigen, und dann, um durch Vor- oder Zurückſchrauben das kleine Gewicht h längs der Skale zu verſchieben, und mittelſt deſ-

ſel-

ſelben das Gleichgewicht bey einer gewiſſen Temperatur hervorzubringen.

Nun muß man wiſſen, was für hohe Grade der Wärme man beobachten will. Bis zu dieſen erwärme man das Thermometer, und bringe durch das kleine Gewicht h das Gleichgewicht hervor. Kennte man genau das abſolute Gewicht des Queckſilbers im Thermometer, die Länge der Röhre, den Durchmeſſer derſelben und der Kugel u. ſ. w.; hätte ferner die Wage die ſchickliche Einrichtung dazu: ſo würde es leicht ſeyn, aus einer Erfahrung die Grade an der Scheibe i und k für die übereinſtimmenden Thermometergrade durch Rechnung zu finden. Allein jene Erforderniſſe ſind ſchwerlich genau zu erhalten; daher iſt es ſicherer, die beym Uebergewichte durch den Arm ed abgeſchnittenen Grade beym allmähligen Erkalten zu beobachten, aufzuzeichnen, und nachher einzuſtechen. Empfängt zugleich das ganze Inſtrument dieſen Wärmegrad, ſo kann auch nicht die kleinſte Differenz bey mehreren wiederholten Beobachtungen ſtatt finden.

Hinter dem Gradbogen ik bemerkt man den geſchwärzten Streifen lm. Dieſer gehört zu einer polirten Scheibe, welche durch Rauch geſchwärzt iſt, und auf welcher durch das hervorragende kleine Gewicht h bey jeder Bewegung des Thermometers eine Linie gezogen wird. Will man bloß das Maximum und Minimum der Wärme während einer beſtimmten Zeit wiſſen, ſo iſt von jener mehr nicht als dieſer Streifen nöthig, und die Endpunkte des von dem Gewichte angeſtrichenen Bogens zeigen dieſe Punkte auf der Gradſcheibe an. Will man aber den Gang

der

der Wärme wissen, so wird dazu die polirte und durch Rauch geschwärzte Scheibe erfordert, welche durch eine hinten angebrachte Uhr in einer gewissen Zeit herumgedreht wird. Das Gewichtchen h zieht auf derselben ununterbrochene Linien, aus deren Entfernung vom Mittelpunkte man in jeder Stunde den Wärmegrad findet.

Herr de Luc wurde durch einen Gedanken von Ramsden veranlaßt, ein Mikroskop zur Messung der relativen Ausdehnungen durch die Wärme zu gebrauchen. Es wurden nämlich von denjenigen Materien, deren Ausdehnungen verglichen werden sollten, die untern Enden an einander befestigt, und mit Abtheilungen versehen. Nach Erwärmung derselben in Wasser von bekannter Temperatur zeigte das Mikroskop, welche Theilungsstriche mit einander zusammentrafen, woraus sich das Verhältniß ihrer Ausdehnungen schließen ließ. Er führt an, daß er bey einer Veränderung der Wärme von 10 bis 40 Grad nach seiner Eintheilung am Thermometer die Ausdehnung des Messings und Eisens im Durchschnitt wie 21 zu 10 gefunden habe, welches mit der Bestimmung von Dom Juan am meisten übereinstimmt. Auch zeigt er ein Mittel, durch ein am Mikroskop angebrachtes Mikrometer die absoluten Ausdehnungen zu finden. Durch einen Versuch hiemit fand er die Ausdehnung einer Glasröhre vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte 0,00083 ihrer Länge, völlig eben so, wie Smeaton angegeben hat. Das Glas dehnt sich bey gleicher Temperatur ganz genau zu einerley Länge aus, nur ist der Gang seiner Ausdehnung nicht gleichförmig. Wenn es sich von 70 Grad des de Luc's Thermometer bis 0 immer von 10 zu 10 Grad abkühlt,

abkühlt, ſo verhalten ſich die ſucceſſiven Verkürzungen wie 31, 29, 26, 24, 22, 19 [x]).

Im Jahr 1782 machte Herr Wedgwood [y]) ein Pyrometer bekannt, welches allen andern den Vorzug ſtreitig macht. Es gründet ſich auf das Vermögen des Thons, in der Hitze zu ſchwinden, ohne ſich durch plötzliche Erkältung wieder auszudehnen. Auf einer meſſingenen Platte ſind meſſingene Stäbe gelöthet, die etwas ſchräg gegen einander laufen, und ſo eine allmählig enger werdende Rute bilden, in welche die zum Gebrauch dienenden thönernen Cylinder hinein geſchoben werden. Um nun den Grad der Hitze eines Ofens zu meſſen, legt man einen thönernen Cylinder hinein, und wirft ihn ſogleich, nachdem er die Hitze des Ofens angenommen hat, in kaltes Waſſer. Der Cylinder geht deſto tiefer in die Rute des Pyrometers hinein, je ſchmäler er durch die Hitze geworden iſt. An der Stelle, wo der Cylinder ſtehen bleibt, ſteht auf den Stäben eine Zahl, die den Grad der Hitze angiebt. Wedgwood verſchwieg aber die Maſſe ſeiner Pyrometercylinder. Herr Gazeram [z]) in Paris hielt es daher der Mühe werth, über die Verfertigungsart derſelben eine Reihe von Verſuchen anzuſtellen.

Da er aus Vauquelin's Analyſe der Wegdwood'ſchen Pyrometerkörper erſehen hatte, daß er auf eine Miſchung aus 25 Theilen Alaunerde, 65 Theilen

x) An Eſſay on pyrometry and aerometry and on phyſical meaſur. in general; in den Philoſ. Tranſ. Vol. LXVIII. 1778. P. I.

y) Philoſ. Tranſ. Vol. LXXII.

z) Annales de chimie. T. XXXVI. p. 100.

len Kieselerde und 10 Theilen Wasser hinarbeiten müsse, so versuchte er verschiedene Mischungen aus reiner Alaun- und Kieselerde, und aus fein zerstoßenem Bergkrystalle oder weißem Sande, mit Französischem Thon, der 0,5 bis 0,4 Alaunerde enthielt. Diese weitläuftigen und mühsamen Versuche führten ihn nebenher auf Porzellan- und Fayencemischungen von weit wohlfeilerer Art als die üblichen. Unter allen Thonarten fand er den weißen, der am reichsten an Alaunerde ist, zu den Pyrometenkörpern am geschicktesten; der, dessen er sich bedient, enthält in 100 Theilen an Alaunerde 34,09, an Kieselerde 43,11, Wasser 19,15, Kalkerde 2,3, Eisenoxyd 0,75. Von diesem durch das feinste Sieb geschlagenen Thon wurden, dem Gewichte nach, 150 Theile mit 63 Theilen geschlemmten und fein zerstoßenen Sand von Fontainebleau vermischt, damit die Bestandtheile in dem vorhin angegebenen Verhältnisse standen. Er goß 200 Theile Wasser darüber, und ließ die Masse 20 Tage lang stehen, wobey sie täglich einmal umgerührt wurde. Darauf knetete er sie täglich unter einander, damit sie sich durchaus gleichförmig mischte, ließ sie so weit trocknen, bis von den 200 Theilen Wasser 170 verloren waren, und formte sie dann in cylindrischen Formen aus verzinntem Bleche zu kleinen Stäben von 15 Millimetres Durchmesser und Höhe. In diesen Formen wurden sie 2 Stunden lang durch ein Gewicht von 2 Kilogrammen zusammengepreßt, dann herausgenommen, und in einer Ofenhitze von 40° Raum. 24 Stunden lang getrocknet. Alsdann adjustirte er sie nach Wedgwood's Art, so daß sie genau an dem Nullpunkte seiner Skale zwischen die Lineale hineinpaßten.

Zwey ſeiner ſo bereiteten Pyrometerkörper, die bis auf ein Centigramm einerley Gewicht mit den engliſchen hatten, wurden zugleich mit zwey Wedgwood'ſchen in einem verſchloſſenen Tiegel $1\frac{1}{2}$ Stunde lang einer ſehr ſtarken Hitze ausgeſetzt. Die beyden Wedgwood'ſchen gaben dieſe Hitze eines zu 158, das andere zu 160° an; ſeine beyden, eines zu 159, das andere zu 160°; eine außerordentliche Uebereinſtimmung, da er häufig zwiſchen verſchiedenen Wedgwood'ſchen Cylindern Unterſchiede von 4, 6, ja 9° gefunden hat. In dieſer Hitze, welche hinreicht, Eiſen in Gußſtahl zu verwandeln, und der die beſten heſſiſchen Tiegel nicht widerſtehen, zeigten ſeine Pyrometerkörper auch keine Spur von Verglaſung.

Die Thonerde unterſcheidet ſich von allen Körpern dadurch, daß ſie durch die Wärme nicht ausgedehnt, ſondern enger zuſammengezogen wird. Die Urſache hievon hat man bisher nicht ergründen können, bis Fourcroy aus einer Beobachtung ſchloß, daß ſie als der Anfang einer Schmelzung zu betrachten ſey, welche Vermuthung ſich in der Folge durch mehrere Verſuche beſtätigt hat. Eine große Menge mit Wedgwood's Pyrometer angeſtellter Verſuche haben aber gezeigt, daß die Zuſammenziehungen ſelten den eigentlichen Grad der Hitze angegeben haben; denn einige von den Thoncylindern waren in der Mitte, und andere an den Enden mehr zuſammengezogen, und ſo gab alſo das Inſtrument die Reſultate nur von ungefähr an.

Herr Cavallo hat ein Werkzeug angegeben, welches ſolche Zuſammenziehungen auf ähnliche Art zu meſſen verſtattet, und welches einen merklichen Vorzug vor dem Wedgwood'ſchen hat, nicht ſo plump

und

und sehr tragbar ist. Ueberdieß kann die Theilung mit Cavallo's Werkzeuge viel weiter getrieben werden, als mit dem Wedgwoodschen.

Cavallo's Werkzeug besteht aus zwey messingenen Scheiben und zwey Linealen, die sich in einander verschieben lassen. Die eine Seite dieser Lineale ist in 30 Theile des englischen Zolls eingetheilt, und die andere dient als Nonius zu kleinern Abtheilungen.

Ein sehr genaues Pyrometer hat besonders der verstorbene Ramsden *) erfunden, dessen Einrichtung in folgendem besteht. Der Metallstab, dessen Ausdehnung gemessen werden soll, und welcher gerade 5 Fuß Länge besitzen mag, wird in eine kupferne Wanne gelegt, die ein wenig länger ist, als 5 Fuß. Diese Wanne wird über 12 mit Spiritus angefüllte Lampen gestellt, deren Flammen Hitze genug geben, um das in der Wanne befindliche Wasser völlig bis zum Siedpunkt und folglich auch den in dasselbe gelegten Stab zu erhitzen. In einiger Entfernung von der kupfernen Wanne, aber parallel mit ihr, werden zwey andere hölzerne ebenfalls mit Wasser angefüllte Wannen gestellt. Jede derselben enthält einen prismatischen Stab von gegossenem Eisen. An den beyden Enden des einen dieser Stäbe sind in horizontaler Richtung und senkrecht auf die Stäbe zwey Mikroskope befestigt. Das eine dieser Mikroskope ist mit einem Mikrometer versehen, um das vergrößerte Bild eines Gegenstandes zu messen. Das andere Mikroskop hat ein bloßes Zeichen. Die Theile der Mikroskope, so wie

*) Philosoph. Transact. Vol. LXXV.

wie die zur Beſtimmung des Grads der Ausdehnung angebrachten Theilungsſtriche oder Zeichen, ſind an den Enden der gegoſſenen eiſernen Stäbe ſowohl als auch an den Enden des zu unterſuchenden Stabes ſo von einander getrennt und vertheilt, daß, wenn einer dieſer Stäbe verlängert oder verkürzt wird, dieſe Veränderung deutlich durch die Mikroſkope bemerkt, und vermittelſt des Mikrometers gemeſſen werden kann. Es iſt daher leicht zu begreifen, daß dann, wenn die Temperatur der gegoſſenen prismatiſchen eiſernen Stäbe unverändert erhalten wird, während die Temperatur des Stabes, der unterſucht werden ſoll, erhöhet wird, die Längenvermehrung, welche das Mikrometer angibt, dieſem Stabe allein zukomme. Auf dieſe Art wurden die Ausdehnungen von ſieben Subſtanzen gemeſſen. Die folgende Tabelle zeigt in Theilen eines Zolls, wie ſehr 1 Fuß Länge von dieſen Subſtanzen durch eine Wärme von 180° zwiſchen dem Gefrier- und Siedpunkte ausgedehnt wird.

	Fahrenh. Skale von 32° bis 212°
Normalmeſſingſkale, von Hamburgiſchem Meſſing - - -	0,0222646
Engliſches Plattenmeſſing, in Form eines Stabes - - -	0,0227136
Dergleichen in Form eines Trogs	0,0227386
Ein Stahlſtab - - -	0,0137368
Ein gegoſſenes eiſernes Prisma -	0,0133126
Eine Glasröhre - - -	0,0093138
Ein maſſiver Glasſtab - -	0,0096944

Was die fühlbare Wärmemateriе betrifft, ſo ſind die Geſetze, welchen ſie unter verſchiedenen Umſtänden unterworfen iſt, in dieſem Zeitraume uns gemein

gemein entwickelt worden. Herr Scheele [b]) wollte bemerkt haben, daß sich die Wärme eigentlich auf zweyerley Art fortpflanzt, einmal durch eine allmählige langsame Mittheilung an das umgebende Mittel, und zweytens auch, wenn sie in Menge vorhanden ist, durch eine Verbreitung vermöge ihrer Ausdehnungskraft, welche sie in geraden Strahlen fortführt, ohne daß sie sich mit der Luft verbinden und von ihr aufgenommen werden kann, bis sie endlich in einer Entfernung dennoch in der Luft gleichsam zerfließt. Diese letzte Art der Fortpflanzung des Wärmestoffs nannte Scheele die Umherstrahlung, und unterschied sie von der Mittheilung selbst.

Daß der freye Wärmestoff auf Hohlspiegeln zurückgeworfen, und im Brennraume desselben gesammelt werden könne, hat in diesem Zeitraume Herr Pictet zu Genf durch neuere Versuche bestätigt. Er stellte zwey metallene Hohlspiegel gegen einander über, und in den Brennpunkt des einen ein sehr empfindliches Luftthermometer; in den Brennpunkt des andern brachte er eine heiße, doch nicht leuchtende Kanonenkugel; sogleich stieg das Thermometer schnell. Nachher hat er noch mehrere Versuche dieser Art angestellt, welche er in der Bibliotheque britannique bekannt gemacht hat. Statt der Kanonenkugel stellte er ein brennendes Licht in den Brennpunkt des zweyten Spiegels; sogleich stieg das Thermometer wieder. Als aber eine Glasplatte zwischen einem der Spiegel und dessen Brennpunkte gebracht wurde, hörte das Steigen des Thermometers im Augenblicke

b) Von Luft und Feuer. S. 57.

blicke auf, ungeachtet das Glas ſehr dünn, hell und durchſichtig war, und nur wenig Licht zurück hielt.

Um zu erfahren, ob ſich die Geſchwindigkeit meſſen laſſe, mit der die ſtrahlende Wärme ſich fortpflanzt, entfernte Pictet beyde Spiegel um 25 Mètres (77 Fuß) von einander, hing in dem Brennpunkte des einen eine heiße, doch nicht leuchtende Kugel auf, und ſtellte vor ſie einen Schirm. In demſelben Augenblicke, in welchem der Schirm fortgeruckt wurde, fing auch die Flüſſigkeit im Luftthermometer, die zuvor ruhig ſtand, zu ſteigen an, und es war unmöglich, irgend eine Zwiſchenzeit zwiſchen dem Wegnehmen des Schirms und der Wirkung der fortgepflanzten Wärme wahrzunehmen.

Sonderbar ſchien es ihm zu ſeyn, daß ſeine Spiegel, welche er zum Verſuche der Zurückſtrahlung der freyen Wärme gebrauchte, auch die Kälte reflektirten, welche er im Brennpunkte durch Eis und Scheidewaſſer hervorbrachte. Herr Prevoſt erklärt dieſes Phänomen aus dem Wechſel der ein- und ausſtrömenden Wärmetheilchen. Wenn nämlich die beyden in den Brennpunkten befindlichen Körper gleiche Temperatur beſitzen, ſo wird der Einfluß bey jedem genau den Ausfluß compenſiren, oder der Wechſel der aus- und einſtrömenden Wärmetheilchen wird gleich bleiben, mithin das Gleichgewicht zwiſchen beyden nicht geſtört werden. Man verſtärke aber die Wärme des einen, z. B. um $\frac{1}{10}$ des Ganzen, ſo wird der zweyte Körper mit ihm vortheilhafte Wechſel machen; für 10 Theilchen, welche er ihm durch Zurückſtrahlen zuſchickt, wird er auf eben dem Wege 11 erhalten, ſeine Wärme wird alſo vermehrt werden. Man entziehe hingegen dem erſtern Körper $\frac{1}{10}$ ſeiner Wärme, ſo

macht

macht der zweyte mit ihm nachtheilige Wechsel, und erhält für 10 Theile, die er jenem zusendet, nur 9 Theile zurück; er wird also erkaltet, und es hat den Anschein, als sey die Kälte des ersten Körpers durch Reflexion der Hohlspiegel in den zweyten übergegangen.

Ueberdieß zeigt Herr Prevost noch, daß man diese Erscheinung der scheinbar reflektirten Kälte auf keine andere Art, als auf diese erklären könne. Nehme man die Vorstellungen von Spannungen der Wärme, und vom Gleichgewichte unbewegter elastischer Wärmematerien so an, wie es Herr Hofrath Mayer in seiner Schrift: über die Gesetze und Modifikationen des Wärmestoffs, thut, so sehe man gar nicht ein, was die Wärme aus dem Thermometer im Brennpunkte des einen Spiegels herauslocke, und wodurch sie genöthigt werde, gerade den Weg zu nehmen, welcher sie erst in den andern Spiegel und von da in das Eis in dem Brennpunkte desselben führt, da sie kürzer auf geradem Wege zum Eise kommen könne, ohne einen von beyden Spiegeln zu berühren. Ja da die Kälte des Eises gleichsam einen Schlund eröffnet, in welchen sich die Wärme aus allen benachbarten Körpern zu stürzen strebt, und diese Ursache nach dem verkehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen wirkt, so müßte nach der Theorie der Spannungen und des Gleichgewichts unbewegter Massen das Thermometer weit mehr erkältet werden, als sein Spiegel, oder seine Wärme müßte in einer geringern Spannung seyn, als die Wärme des Spiegels, theils, weil sie dem Eise selbst näher als dieser steht, theils, weil sie auch dem andern Spiegel näher ist, und daher von der Erkältung, die dieser verur-

ſacht, mehr afficirt wird. Es könnte daher keine Wärme aus dem Thermometer an den Spiegel treten, oder, wenn dieß ja erfolgte, um die daſelbſt entwichene zu erſetzen, ſo könnte ſie nicht in den andern Spiegel reflektirt, ſondern müßte von dem erſtern verſchluckt werden. Herr Prevoſt meynt, daß wenn man ſich weigern wolle, die Wärmematerie als eine discrete Flüſſigkeit anzunehmen, deren Theile in ſteter ſtrahlender Bewegung ſind, man ſchwerlich eine genugthuende Erklärung dieſer ſchönen Erſcheinung der zurückſtrahlenden Kälte geben könne. — Nach atomiſtiſchen Principien hat dieß freylich ſeine Richtigkeit, aber nicht nach dynamiſchen, wie weiter unten erhellen wird. —

Pictet ſieht dieß als eine Beſtätigung ſeiner Meynung an, daß Licht und Wärme nicht auf einerley Urſache beruhe.

Herr Herſchel c) hat noch mehrere Verſuche dieſer Art angeſtellt, und gefunden, daß ſowohl ſichtbare als unſichtbare Sonnenwärme und terreſtriſche Wärme den Geſetzen der Reflexion unterworfen ſind.

Er brachte das mit Nro. 3. bezeichnete Thermometer an die Okularröhre eines zehnfüßigen Newtonſchen Teleſkops, aus welcher das Augenglas herausgenommen worden war. Als der Brennpunkt des Spiegels, nach genauer Richtung des Teleſkops, auf des Thermometers Kugel fiel, ſtieg es von 52° auf 110 Grad; ſo daß alſo die von der Sonne kommenden Strahlen eine dreyfache reguläre Reflexion erlitten; die

c) Unterſuchungen über die Natur der Sonnenſtrahlen. A. d. Engl. überſetzt von Harding. Erſtes Heft. Celle 1801. 8. S. 69. u. f.

die eine nämlich an dem Hohlspiegel, und die zwey andern an zwey ebenen Spiegeln.

Hierauf stellte er in einer Entfernung von 29 Zoll von einer brennenden Kerze, einen kleinen Stahlspiegel von $3\frac{4}{10}$ Zoll Durchmesser und ohngefähr $2\frac{3}{4}$ Zoll Brennweite. In des Spiegels Brennpunkt setzte er das mit Nro. 2. bezeichnete Thermometer, und das mit Nro. 3. bezeichnete dicht neben demselben, jedoch so, daß es nicht von den reflektirten Strahlen getroffen werden konnte. Den Spiegel bedeckte er so lange, bis beyde Thermometer einen fixen Standspunkt erreicht hatten, und verfuhr nachher auf diese Art:

	Nro. 2. Im Brennpunkt.		Nro. 3. Als Vergleichungsmaaß.
0 Minut.	54	- -	54
1 -	55	- -	54
2 -	56	- -	54
3 -	57	- -	54
4 -	$57\frac{1}{4}$	- -	54
5 -	$57\frac{1}{4}$	- -	54

Hierauf bedeckte er den Spiegel, und ließ den gesammten übrigen Apparat unberührt.

0 Minut.	$57\frac{1}{4}$	- -	54
1 -	$55\frac{1}{4}$	- -	54
$1\frac{1}{2}$ -	55	- -	54
6 -	54	- -	54

Nun nahm er die Bedeckung wieder hinweg, und der Erfolg war gerade wie vorhin.

Ferner brachte er den kleinen Stahlspiegel in das durchs Prisma dargestellte Farbenbild, und in dessen Brennpunkt ein Thermometer. Der Spiegel

war mit einem Stück Pappe bedeckt, welches durch eine beſondere Oeffnung ſämmtliche ſichtbare Farbenſtrahlen auf des Spiegels polirte Fläche fallen ließ, und alle übrige Wärmeſtrahlen abhielt, die ſich ſowohl von der violetten als auch von der rothen Seite außerhalb des Strahlenbildes etwa befinden möchten. Nachdem der Apparat ſo geſtellt war, daß das Thermometer in den rothen Strahlen zu ſtehen kam, bedeckte er den Spiegel ſo lange, bis es einen feſten Stand von 58 Grad angenommen hatte. Als der Spiegel wieder aufgedeckt ward, erhielt er

	Nro. 2.
0 Minut.	58
2 -	93

Hierauf bedeckte er den Spiegel wieder, und nun fiel das Thermometer in den directen rothen Strahlen wieder auf 58 Grad herab.

Nun ſtellte er den kleinen Stahlſpiegel 12 Zoll weit von einem ſenkrecht ſtehenden Kaminſtabe, deſſen glühendes Ende aufwärts, und ſo geſtellt war, daß die Strahlen von ſeiner Spitze auf den Spiegel fallen mußten. Das Thermometer Nro. 2. ſtand in des Spiegels Brennpunkt, und war mit einem kleinen Schirm von Pappe bedeckt, damit die Hitze des Kaminſtabes nicht unmittelbar auf die Kugel fallen konnte

	Nro. 2.
0 Minut.	54½
2½ -	93
nun ward der Spiegel bedeckt	
5 -	65

Hier-

Hierauf setzte er einen kleinen Planspiegel auf einen Fuß, so daß er gegen das Kaminfeuer und mit den Gitterstangen des Kamins in seinem Zimmer einen Winkel von 45 Grad machte. Das Thermometer Nro. 1. stand $5\frac{1}{2}$ Zoll von des Spiegels reflektirenden Fläche, und neben demselben das Thermometer Nro. 4., jedoch so, daß es nicht von den reflektirten Strahlen getroffen werden konnte. Der ganze Apparat war mittelst eines $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken Eichenbrets, von vorne gegen die Einwirkung des Feuers geschützt; damit aber das Feuer auf den Fangspiegel scheinen konnte, war ihm gegenüber eine kreisförmige Oeffnung, von $1\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, in dem Brete geschnitten. Zwischen den Thermometern und dem Spiegel befand sich ein hölzernes Bret mit einer Oeffnung, wodurch die reflektirten Strahlen vom Spiegel auf das Thermometer Nro. 1. fallen konnten, indem Nro. 4. dagegen gesichert war. Die Resultate waren diese:

	Nro. 1.		Nro. 4.
0 Minut.	60	-	60
1 -	62	-	60
2 -	64	-	60
3 -	66	-	60
4 -	66	-	60
5 -	67	-	$60\frac{1}{2}$

Der beym folgenden Versuche gebrauchte Apparat ward ganz ungeändert gelassen, und an die Stelle des Fangspiegels ein Prisma gesetzt, dessen einer Winkel 90°, die beyden andern aber jeder 45° hielten. Die eine Seitenfläche dieses Prisma war gegen das Feuer, die andere aber gegen das Thermometer gekehrt, so daß folglich die Hypothenuse mit den Rost-

ſtangen des Kamins einen Winkel von 45° machten. Nachdem der Apparat eine Zeitlang abgekühlt worden war, ſetzte er ihn gegen das Feuer, und erhielt dann folgendes Reſultat:

	Nro. 1.		Nro. 4.
0 Minut.	$62\frac{1}{2}$	-	$62\frac{1}{2}$
1 -	63	-	$62\frac{3}{4}$
2 -	64	-	63
4 -	$64\frac{1}{2}$	-	63
5 -	65	-	$63\frac{1}{4}$
8 -	$65\frac{3}{4}$	-	$63\frac{1}{2}$
10 -	$66\frac{1}{2}$	-	$63\frac{3}{4}$
11 -	67	-	$64\frac{1}{4}$

Auf ein Bret, etwa 4 Fuß 6 Zoll lang, ſetzte er an dem einen Ende einen kleinen Planſpiegel, und an dem andern zwey Thermometer. Nro. 1. ſtand von dem Planſpiegel 3 Fuß $9\frac{3}{4}$ Zoll entfernt, Nro. 2. aber zur Seite deſſelben in dem nämlichen Abſtande, aber ſo, daß es von den durch den Spiegel reflektirten Strahlen nicht getroffen werden konnte. Die prismatiſchen Farben wurden auf einem Stück Papier aufgefangen, auf welchem mehrere $\frac{1}{2}$ Zoll von einander abſtehende Parallellinien gezogen waren. Auf dieſes Papier ward der Spiegel ſo geſetzt, daß ſeine polirte Fläche unter einem Winkel von 45° gegen die einfallenden farbigen Strahlen gerichtet war, und dieſe mithin nach des Thermometers Nro. 1. Kugel reflektirt wurden. Bey dieſer Einrichtung ließ ſich der ganze Apparat in eine jede beliebige Entfernung von den Farbenſtrahlen bringen, indem man nur auf die letzten erkennbaren rothen Strahlen achten durfte. Nachdem die Thermometer genau die Temperatur ihrer Stelle angenommen hatte, während der Spiegel

bedeckt blieb, ward der Apparat so weit aus den Strahlen herausgezogen, daß der nunmehr wieder entblößte Spiegel bloß die außerhalb der rothen Farbenstrahlen liegenden unsichtbaren Wärmestrahlen auffangen konnte. Der Erfolg hievon war dieser

	Nro 1.		Nro. 2.
0 Minut.	56	-	56
- -	57	-	56
- -	59	-	56
7 -	60	-	56
10 -	60	-	56

Durch diese und andere ähnliche Versuche bewies Herr Herschel, daß die strahlende, sowohl sichtbare als unsichtbare Wärme wirklich den Gesetzen der Zurückwerfung unterworfen sey. Ja er zeigte auch selbst durch einige Versuche, daß die unsichtbaren Wärmestrahlen einer Verdichtung eben so gut, wie das Licht, fähig sind.

Ob aber die freye Wärme, wie das Licht, in den Brenngläsern gebrochen werde, das war bisher noch nicht entschieden. Man hatte verschiedene Versuche mit einer Brennlinse gemacht, aber beständig gefunden, daß damit durch Kohlenfeuer zwar Licht, aber keine Wärme in dem Brennraume hervorgebracht werde. Herr Gren war der Meynung, es sey so viel gewiß, daß das Glas im Stande sey, den freyen Wärmestoff beym Lichte, durch seine Anziehung dazu, zum Theil abzusondern. Endlich aber hat Herr Herschel durch seine Versuche erwiesen, daß die freye Wärmematerie ebenfalls, wie das Licht, den Gesetzen der Brechung unterworfen sey. Um zuerst zu zeigen, daß die unsichtbaren Wärmestrahlen der

Sonne

Sonne in einer Glaslinſe gebrochen werden, nahm er ein Dollond'ſches Brennglas, bedeckte es zur Hälfte mit Pappe, und ließ das prismatiſche Farbenbild auf die Bedeckung fallen. Die letzten ſichtbaren rothen Farbenſtrahlen brachte er $\frac{1}{10}$ Zoll vom Rande der Pappe, und ließ die außerhalb des Farbenbildes befindlichen unſichtbaren Strahlen auf das Glas fallen. In dem Brennpunkte der rothen Strahlen, oder ein wenig außerhalb deſſelben, ſtand die Thermometerskugel Nro. 1., und ſo nahe bey ihr, als nöthig war, die kleine Kugel von Nro. 2. Daß die unſichtbaren Wärmeſtrahlen, welche die Wärme verurſachen, durch die Brechung genau in den Brennpunkt gebracht wurden, ergab ſich aus folgendem Thermometerſtande:

	Nro. 1.		Nro. 2.
0 Minut.	57°	-	57°
1 -	102	-	57

Dieſe Strahlen gaben alſo dem Thermometer im Brennpunkte in 1 Minute 45° Wärme, während Nro. 2. gar keine Aenderung erlitt.

Hiebey war es merkwürdig, daß, ungeachtet er die rothen Strahlen des Farbenbildes auf $\frac{1}{10}$ Zoll von dem Rande des Pappendeckels entfernt hielt, dennoch immer ein wenig von der rothen Farbe auf des Thermometers Kugel ſichtbar war. Dieſer Umſtand führte auf die Vermuthung, daß die unſichtbaren Sonnenſtrahlen vielleicht durch eine gehörige Verdichtung ſichtbar gemacht werden könnten. In dieſer Rückſicht ſtellte er noch folgenden Verſuch an. Er zog nämlich das Brennglas ſo weit zurück, daß die äußerſten rothen Strahlen $\frac{1}{5}$ Zoll von der Ecke der

halb-

halbkreisförmigen pappenen Bedeckung des Glases entfernt waren. Hiebey verhielt sich das Thermometer auf folgende Art:

	Nro. 1.		Nro. 3.
0 Minut.	57°	-	57°
1 -	78	-	57

Hier war auch nicht die geringste Farbe oder Spur von Licht auf die Thermometerkugel zu sehen, und gleichwohl erhielt sie in 1 Minute 21° Wärme von Strahlen, welche weder vorher sichtbar waren, noch nach ihrer Verdichtung dem Auge dargestellt werden konnten.

Um endlich auch zu untersuchen, ob die unsichtbare Wärme des Küchenfeuers in einer Glaslinse gebrochen werde, nahm er die Voraussetzung an, daß das wechselseitige Steigen und Fallen eines in den Brennpunkt einer Glaslinse gestellten Thermometers, dessen Kugel abwechselnd ihren Wirkungen ausgesetzt, oder gegen sie gedeckt wird, von der Brechung des Glases bewirkt werde, und nicht bloß dem wechselseitigen Durchfallen und Auffallen der Strahlen zugeschrieben werden könne. Dieser Voraussetzung gemäß verfuhr er also: Die Glaslinse von 1,4 Zoll Brennweite und 1,1 Zoll Breite setzte er 2,8 Zoll weit von der Grundfläche eines heißen eisernen Cylinders, und in ihren Brennpunkt das Thermometer Nro. 2. Durch einen kleinen Pappschirm deckte er dasselbe gegen des Cylinders Wärme, und ließ abwechselnd durch Fortrückung des Schirms die condensirten Wärmestrahlen auf seine Kugel fallen

Nro.

Nro. 2.

bedeckt	0 Minut.	55°	ſtark roth glühend
offen	2 -	63½	roth glühend
bedeckt	4 -	58	noch roth glühend
offen	6 -	60½	noch roth
bedeckt	8 -	57½	etwas roth
offen	10 -	59¼	zweifelhaft
bedeckt	12 -	57½	nicht ſichtbar im dunkeln Zimmer
offen	14 -	58¼	
bedeckt	16 -	57¼	
offen	18 -	58¼	
bedeckt	20 -	57¼	
offen	22 -	58	
bedeckt	24 -	57½	
offen	26 -	58	
bedeckt	28 -	57½	

Dieſe Verſuche zeigten alſo deutlich die Brechbarkeit der Wärme in der Glaslinſe; denn es fand hier ein regelmäßig abwechſelndes Steigen und Fallen des Thermometers von der roth glühenden Wärme des Cylinders an bis zu dem niedrigſten Grade derſelben herab, wo er vollkommen ſchwarz erſchien, ſtatt, wobey die Wirkung der verdichteten Strahlen nur einen halben Grad mehr betrug, als der durch die vom Glaſe aufgehaltenen Strahlen bewirkte Verluſt.

Um noch einen beſtätigenden Beweis außer der gleichförmigen und unterbrochenen Wirkung der Glaslinſe in dem vorigen Verſuche zu haben, wiederholte er denſelben noch einmal, und nahm dabey ein Thermometer Nro. 3. zu Hülfe. Zuerſt ſtellte er daſſelbe ¾ Zoll von Nro. 2., und etwas näher nach der Glaslinſe hin, jedoch ſo, daß es weder von dem convergi-

renden

renden Strahlenkegel getroffen, noch von dem kleinen Pappschirm zwischen beyden Thermometern bedeckt werden konnte.

		Nro. 2. im Focus	Nro. 3. Zur Seite desselben immer offen
bedeckt	0 Minut.	$62\frac{1}{2}^{0}$	63
offen	1 -	$63\frac{3}{4}$	64
bedeckt	2 -	$62\frac{7}{8}$	64
offen	3 -	64	$64\frac{1}{2}$
bedeckt	4 -	$63\frac{3}{4}$	$64\frac{1}{2}$
offen	5 -	$64\frac{7}{8}$	$64\frac{1}{2}$
bedeckt	6 -	$64\frac{1}{2}$	$64\frac{1}{2}$
offen	7 -	$64\frac{3}{4}$	64
bedeckt	8 -	$64\frac{1}{2}$	64

Hier empfing das Thermometer Nro. 3., außerhalb der Grenze der Refraktion, nach und nach seine größte Wärme durch eine ununterbrochene Einwirkung des glühenden Cylinders, und fing nachher an zu fallen; Nro. 2. hingegen erreichte sein Maximum nach abwechselndem schnellen Steigen und geringen Fallen, und verlor nachher seine Wärme wieder nach starkem Fallen und geringem Steigen. Nach Verlauf von 8 Minuten veränderte er den Ort des Hülfsthermometers, und setzte es seitwärts bey dem im Brennpunkte befindlichen Nro. 2. so hin, daß es zugleich mit diesem abwechselnd von dem Schirme bedeckt werden, und doch auch zugleich einen Theil von den unsichtbaren Wärmestrahlen erhalten konnte, welche sich in dem Brennpunkte des Glases vereinigen mußten. In dieser Lage mußte nun das Hülfsthermometer, wenn die Schlüsse richtig seyn sollten, ebenfalls abwechselnd steigen und fallen, jedoch nicht so beträchtlich, als das in des Glases Brennpunkt befindliche Thermometer.

Nro.

		Nro. 2. im Focus	Nro. 3. Zur Seite desselben
beyde offen	8 Minut.	$64\frac{1}{2}$	64
beyde bedeckt	$9\frac{1}{2}$ -	$63\frac{3}{4}$	$63\frac{3}{4}$
offen	11 -	$64\frac{1}{2}$	64
bedeckt	$12\frac{1}{2}$ -	63	$63\frac{1}{4}$
offen	14 -	$63\frac{1}{4}$	$63\frac{1}{2}$
bedeckt	16 -	$62\frac{3}{4}$	63
offen	18 -	$63\frac{3}{4}$	$63\frac{3}{4}$

Die Veränderungen des Thermometers Nro. 2. waren also $-\frac{3}{4} + \frac{1}{2} - 1\frac{1}{4} + \frac{3}{4} - 1 +$; die von Nro. 3. aber waren $-\frac{1}{4} + \frac{1}{4} - \frac{3}{4} + \frac{1}{4} - \frac{1}{2} + \frac{2}{4}$.

Hieraus war nun die Wirkung der Refraktion des Brennglases so klar erwiesen, daß wir mit völliger Gewißheit behaupten dürfen, es gibt Strahlen, welche vom heißen Eisen ausfließen und bey einer gänzlichen Unsichtbarkeit dennoch die Kraft besitzen, Wärme zu verursachen, und zugleich gewisse Gesetze der Refraktion befolgen, welche denen sehr ähnlich sind, wodurch das Licht afficirt wird.

Herr Herschel hat aber an John Leslie einen strengen und bittern Gegner gefunden, und es schien, als ob Herschel's vorgebliche Entdeckung dadurch ungemein zweifelhaft gemacht würde. Nachdem sich nämlich Herr Leslie in Fifeshire mit einigen Beobachtungen mittelst seines Photometers beschäftigte, wurde ihm Herschel's Abhandlung bekannt, und er prüfte sogleich die vorgeblichen Facta mittelst eines Photometers, welches er dicht neben das Farbenspektrum stellte. Allein ungeachtet es bis dicht an die Grenze der farbigen Strahlen gerückt wurde, zeigte sich doch weder über, noch unter, noch neben dem Farbenspektrum die mindeste Wirkung, obgleich

gleich dieses Instrument die besten Thermometer an Empfindlichkeit und Regelmäßigkeit weit übertrifft. Wie zu erwarten war, äußerte sich hier eben so wenig eine Wirkung auf die feinsten Thermometer von verschiedener Construction, mit geschwärzten oder durchsichtigen Kugeln, die bis auf Zehntelgrade eingetheilt waren. Hieben zeigte aber sich ein Umstand, der, übersehen, zu sehr großen Irrthümern führen kann. Läßt man das Farbenspektrum auf das Gestell fallen, so wird das Instrument, dieser Stelle genähert, merklich afficirt, welches theils dem reflektirten Lichte, theils, und zwar vorzüglich, der Einwirkung der Wärme auf die Luft über der erleuchteten Fläche zuzuschreiben ist. Die Temperatur einer unvollkommen leitenden Ebene, z. B. Holz oder Pappe, muß durch diesen Zufluß von Licht ungefähr 4 mal mehr, als die einer geschwärzten Thermometerkugel, erhöhet werden, da diese nur so viel Licht als ein größter Kreis der Kugel erhält, während die ganze viermal größere Oberfläche der Kugel von der kühlenden Luft berührt wird. Doch haben hierauf noch andere Umstände Einfluß. So wird in jedem Falle, wo das Instrument nicht völlig isolirt, und von allen festen Körpern, welche Licht zurückhalten, entfernt ist, der Versuch gestört, so daß es unter solchen Umständen, besonders in einem kleinen Zimmer, kaum ein mal möglich ist, eine gleichförmige Temperatur zu behalten.

Dieses, meint Leslie, könne uns zum Schlüssel zu Herschel's Mißgriffen dienen. Das erste, was einigen Argwohn erwecke, seyen die großen Veränderungen seiner Thermometer unter dem prismatischen Farbenbilde, welche der des vollen Sonnenstrahls kaum nachstehen. Um die prismatischen Far-

ben hinlänglich geſchieden zu erhalten, müſſe der Sonnenſtrahl wenigſtens zu einer zehnmal größern Breite aus einander gebrochen werden, und es laſſe ſich nicht denken, daß ſo ſehr verdünnte Strahlen eine ſo beträchtliche Wirkung hervorbringen ſollten. In der That wurden auch nach Herſchel kleinere Thermometer minder afficirt. War die Wirkung lediglich einem Zufluſſe von Licht zuzuſchreiben, ſo konnte offenbar die Größe der Thermometerkugel keinen Einfluß darauf haben, da in eben dem Verhältniſſe, worin die kleinern Thermometerkugeln den Strahlen eine kleinere Fläche darbieten, ſie auch mit der kühlenden Luft deſto weniger in Berührung ſind. Schon die langſame Progreſſion in der Erwärmung vom Violet zum Roth, welche Herſchel fand, verglichen mit der in ſeinen Verſuchen, ſcheint die Mitwirkung eines äußern Einfluſſes darzuthun. Ueberdieß empfange eine geſchwärzte Thermometerkugel die volle Wirkung meiſt ſchon in 1 bis 2 Minuten; Herſchel's Thermometer ſchienen ſie aber erſt in 10 bis 13 Minuten angenommen zu haben, welches gar ſehr auf die Einmiſchung anderer Materien deutet, bey denen eine längere Abſorption und größere Anhäufung von Wärme, als in einer Queckſilberkugel, ſtatt finden. In der That glaube er, daß den Tiſchgen, worauf die Thermometer geſetzt wurden, die Störung in den Herſchelſchen Verſuchen vorzüglich zuzuſchreiben ſey. Sie erhielten zwar nur einen Theil des Lichts, mußten aber dadurch viermal ſtärker, als eine Thermometerkugel, erwärmt werden, und ſie theilten ihre Wärme der darüber liegenden Luftſchicht mit.

Dieſelben Bemerkungen leiteten uns auf den Urſprung des Irrthums, auf welchem die paradoxe

Vor-

Vorstellung von nicht-sichtlichem, brechbarem Lichte beruhe. Kaum ließe sich eine Art, Versuche anzustellen, erdenken, die mehreren Einwendungen ausgesetzt wäre, als die, welche Herschel befolgt habe. Er befestigte das Prisma mit dem brechenden Winkel aufwärts, um das Farbenbild auf ein mit weißem Papier überzogenes Tischgen herab zu werfen, und setzte das Thermometer ein wenig außerhalb der Grenze des rothen Lichts dicht über das Tischgen. Kein Wunder, daß in dieser Lage die Thermometerkugel merklich afficirt wurde, da sie in einer erwärmten Atmosphäre sich befand, die sich auf eine gewisse Weite über den erleuchteten Raum hinaus erstreckt, ferner eine beträchtliche Menge der farbigen Strahlen auf sie vom Papiere zurückgeworfen werden mußte, und endlich die Kugel sich gerade in der über dem Tische erwärmten aufsteigenden Luft befand. Sehr möglich, daß diese vereinte Wirkung größer ausfiel, als wenn man die Kugel geradezu den rothen Strahlen aussetzte, indem sie dann die Strahlen auffing, welche an dem darunter befindlichen Holze die erhöhte Wärme angehäuft hatten. Aber warum setze Herschel das Maximum des nicht sichtbaren Lichts auf $\frac{1}{2}$ Zoll jenseits der Grenze des Roths? Bewege sich auch dieses Licht nach geraden Linien? Divergire es unter einem gewissen Winkel? oder habe es verschiedene Grade von Brechbarkeit? Alle diese Fragen müßten beantwortet werden. Und was habe endlich eine nicht sichtbare Materie mit der eigenthümlichen Struktur der Oberflächen, welche Schwarz oder Weiß begründe, zu thun?

Sollte diese Kritik noch Zweifel übrig lassen, so würde das ganze Gebäude durch folgende einzige Thatsache vollends über den Haufen geworfen. Gesetzt,

es habe mit ſolchen nicht ſichtbaren Wärmeſtrahlen ſeine Richtigkeit, ſo würde der größte Effekt eines Brennglaſes nicht im Fokus deſſelben, ſondern eine merkliche Weite darüber hinaus ſtatt haben, und das Loch, welches es in ſchwarzes Tuch einbrennt, würde ſich nicht auf das ſichtbare Sonnenlicht einſchränken, ſondern rings umher darüber hinausgehen, und mehr als den doppelten Durchmeſſer haben.

Die Hypotheſe von nicht ſichtbarem Lichte, ſagt Leslie, ſey übrigens nichts Neues, Scheele's ſtrahlende Wärme und Pictet's ſtrahlende Kälte leiteten darauf, und der verſtorbene D. Hutton trug ſie vor. Die Thatſachen, auf welche man ſie gründete, laſſen ſich indeß aus den bekannten Lehren genügend erklären; ſie beſteht nicht mit einer genauen Phyſik; und nicht-ſichtbarem Lichte eine Brechbarkeit zuzuſchreiben, überſchreitet alle Grenzen der Wahrſcheinlichkeit. Jene Hypotheſe war bis auf einen gewiſſen Grad plauſibel und anlockend. Die kleine Verbeſſerung, dem nicht-ſichtbaren Lichte auch eine gewiſſe Brechbarkeit beyzulegen, löſte den Zauber, indem ſie dadurch ungereimt wurde. Iſt nicht das Auge ſelbſt ein zuſammengeſetztes Prisma? und iſt nicht der optiſche Nerve in ſeiner Verbreitung ſo eingerichtet, mittelſt der durchſichtigen Feuchtigkeiten und Häute Eindrücke zu erhalten, und die ihnen entſprechenden Senſationen zu erzeugen? Dieſes ſind aber lediglich Senſationen von Licht. Die Empfindungen von Wärme ſind keiner Nervenklaſſe ausſchließlich eigen. Daher iſt Brechbarkeit correlativ mit Sehen, und nicht-ſichtbares brechbares Licht ſcheint eine contradictio in adiecto zu ſeyn.

Nach

Nach Herrn Leslie ist folgender einfache Umstand gegen die Anhänger der strahlenden Wärme schon entscheidend genug. Es sey nämlich bekannt, daß Lichtstrahlen, welche durch ein gleichförmiges Medium hindurchgehen, durch die heftigsten Bewegungen dieses Mittels nicht im mindesten in ihrem geradlinichten Gange gestört würden. Ganz anders verhalte es sich mit der sogenannten strahlenden Wärme. Die Versuche, auf welchen sie beruhe, gelängen bloß in einer zugemachten Stube und in sehr mäßigen Entfernungen von der Wärmequelle. Offenbar müsse also die Wärmematerie sich mittelst eines so schwachen Stoßes rings umher verbreiten, daß sie in ihrem Durchgange durch die Luft gehemmt werde, und durch zufällige Bewegung derselben in Unordnung gerathe. Verbreitete sich die angebliche strahlende Wärme mit einer Geschwindigkeit, welche mit der des Lichts, oder nur der Kanonenkugel, irgend vergleichbar wäre, so würde sie auch in freyer Luft ihren Gang genau beybehalten, und auch in ihr sich mittelst Hohlspiegel bis auf beliebige Weiten concentriren lassen. Da dieses nicht der Fall sey, so könne die wärmende Materie, worin sie auch bestehe, ihrer Natur nach schwerlich viel feiner, und in ihrer Verbreitung schwerlich viel schneller seyn, als die atmosphärische Luft.

Was den angeführten Versuch betreffe, durch welchen Herr Herschel die Brechung der unsichtbaren Sonnenstrahlen beweisen wolle, so zeige schon der Umstand, daß die Thermometerkugel in einem röthlichen Teint erschien, welche Sorgfalt und Genauigkeit auf diesen Versuch verwendet worden sey. Indeß, bemerkt Leslie, sey hierdurch nur des Experimentators Liebe zum Wunderbaren entflammt worden, wel-

cher nun im Ernſte gemeint habe, unſichtbare Strahlen möchten wohl durch Condenſiren oder Zuſammenhäufen ſichtbar werden, ungefähr wie ein träumender Platoniker oder Viſionär unſerer Tage die neue und wichtige Entdeckung angekündigt habe, durch Addition von Nichts entſtehe Etwas. Als aber der Verſuch mit etwas mehr Sorgfalt wiederholt worden, ſey das Thermometer im Brennpunkte kaum halb ſo viel, als zuvor, geſtiegen. Hier frägt nun Leslie, wie hatte der Experimentator ſich dann verſichert, daß Pappe alles darauf fallende Licht auffange? Billig hätte man doch da, wo der Verſuch dienen ſoll, eine Meinung darzuthun, die unſern Begriffen ſo ſehr entgegen ſey, alle mögliche Vorſicht brauchen, und alle Umſtände auf das ſorgfältigſte prüfen müſſen. Herſchel verlaſſe ſich dagegen getroſt darauf, Pappe ſey ein vollkommenes Diaphragma; und hieraus möge man die Verſuche, womit er ſeine Verſuche angeſtellt, beurtheilen. — Gewöhnliches Schreibepapier laſſe, ſeinen Verſuchen zu Folge, die Hälfte des ganzen darauf fallenden Lichtkegels hindurch. Geſetzt Herſchel's Pappe habe bloß ein Sechstel der darauf fallenden Lichtſtrahlen hindurch gelaſſen, ſo haben dieſe zu dem bemerkten Erfolge hingereicht.

Derjenige Verſuch endlich, welcher die Brechung der nicht ſichtbaren Wärme eines heißen Eiſens darthun ſolle, beweiſe gar nichts. Die Wärme deſſelben verbreitete ſich, indem es ſich abkühlte, durch die benachbarten Körper, und brachte ſo das Thermometer um 1 oder 2° zum Steigen. Daß die Kugel, ſo oft ein kleiner Schirm vorgeſetzt wurde, in ihrer Temperatur ſinken mußte, ließ ſich ohne großen Scharfſinn vorher ſehen, und bedurfte nicht erſt eines Verſuchs.

In

In denjenigen Versuchen, wo ein zweytes Thermometer neben diesem hinter der Linse stand, stimmten beyde in ihren Veränderungen, so oft der Schirm vor die Linse gebracht und wieder fortgenommen wurde, ziemlich überein. Ein Unterschied von etwa $\frac{1}{4}$ Grad im Stande beyder sey doch wahrscheinlich zu klein gewesen, um daraus etwas mit Sicherheit zu schließen. Mit welchem Vertrauen habe indeß Herschel seine übereilte Schlußfolge nicht aufgestellt: "alles dieß bestätige die Brechung der Wärme mittelst der Linse so unläugbar, daß man offenbar annehmen müsse, daß vom Eisen gänzlich unsichtbare Strahlen ausgehen, die mit dem Vermögen zu wärmen begabt, und bestimmten Gesetzen der Brechung unterworfen sind, welche mit denen des Lichts sehr nahe zusammenstimmen". Es sey fürwahr zu bewundern, wie man, einmal von einer Lieblingsidee eingenommen, sie bey jedem Schritte vor Augen habe, und sich martre, jeden noch so kleinen Schein in einen Beweisgrund dafür umzuwandeln [d]).

Gegen Herrn Leslie hat indessen Herr Engelfield [e]) Versuche angestellt, welche Herrn Herschel's Behauptungen ungemein günstig zu seyn scheinen. Er ließ sich nämlich einen von den Herschelschen ganz verschiedenen Apparat vorrichten, von welchem unmöglich die mindeste Wärme auf die Thermometer reflektirt werden konnte. Zwar wurde vom Fußboden Wärme reflektirt, diese konnte aber auf die Resultate

d) *Nicholson's* journal of natural philosophy. Vol. IV. p. 344. 416.

e) Journal of the Royal institution 1802. p. 202.

ſultate der Verſuche keinen ſchädlichen Einfluß haben, weil ſie unverändert blieb, was auch für farbige Strahlen auf die Thermometerkugeln geworfen wurden.

Das Farbenſpektrum im Prisma wurde auf eine ſehr gute Glaslinſe von 4 Zoll Oeffnung und ungefähr 12 Zoll Brennweite geworfen. Dieſe Linſe ließ ſich mittelſt ihres hölzernen Fußgeſtelles in jede Lage und Höhe ſtellen: und da dieſes Geſtell nicht ſtärker war, als eben erfordert wurde, um die Linſe zu halten, ſo kann ſich ſchwerlich in irgend einem Theile deſſelben Wärme angehäuft haben. Die ganze Linſe ſammt ihrem Geſtelle wurde mit jenem dicken weißen Pappſchirme bedeckt, in welchem eine 3 Zoll lange und $\frac{1}{2}$ Zoll weite Ritze ſo eingeſchnitten war, daß ſie gerade über den Mittelpunkt der Linie weggieng. Sie ließ nur einzelne Farben des Spektrums auf die Linſe fallen, indeß der Schirm alle übrigen abhielt. Das Bild im Brennpunkte der Linſe wurde von einer kleinen Wand auf einer geglätteten Karte aufgefangen, die längs eines leichten 2 Fuß langen hölzernen Arms, welcher vom untern Theile des Geſtells der Linſe ausgieng, verſchiebbar war. Dieß war nöthig, um die Stelle für das Thermometer mit Gewißheit auszumitteln. War der Brennpunkt genau beſtimmt, ſo wurde die kleine Wand etwa um den Durchmeſſer der Thermometerkugel zurückgeſchoben, und nun das Thermometer mit der Hand in den Fokus gehalten. Dieſes ließ ſich ſehr leicht und zuverläſſig bewerkſtelligen, da weiter nichts nöthig war, als nach der Karte zu ſehen, und die Thermometerkugel mitten in das leuchtende Bild zu halten. Weil die Wand aus Karte leicht und polirt war, ſo konnte ſich an ihr keine Wärme

anſam-

ansammeln; und gesetzt auch, es hätte sich in ihr Wärme angehäuft, so wäre das ohne Nachtheil für den Versuch geblieben, denn da diese Wärme lediglich von den farbigen Strahlen, mit denen der Versuch angestellt wurde, herrühren konnte, so würde dadurch nur die Wirkung derselben auf das Thermometer verstärkt worden seyn.

Die Thermometer, welche hiebey gebraucht wurden, waren sehr empfindliche Queckſilberthermometer, deren Skalen innerlich graduirte Röhren aus Elfenbein waren, welche die Thermometerröhre umfaßten. Die Kugeln standen mit keinem Gestelle in Verbindung, und wahrscheinlich erlitten sie daher von keiner falschen Wärme irgend einen Einfluß. Sie waren zum größten Theile mit sorgfältig darauf gebrachtem Tusch geschwärzt; einige wurden jedoch unüberzogen gebraucht, und Eine wurde mit weißer Wasserfarbe bemalt.

Die Linse mit ihrem Apparat wurde ungefähr 3 Fuß vom Prisma gestellt. Die Sonne stand während der meisten Versuche ziemlich hoch.

Bey einem Versuche stieg das Thermometer mit geschwärzter Kugel, welches sich im Brennpunkte der Linse befand, wie folgt:

Im Blau binnen	3 Min.	v. 55°	bis 56°	od. um	1° F.
- Grün -	3 -	- 54 -	58 -	-	4° -
- Gelb -	3 -	- 56 -	62 -	-	6° -
vollen Roth -	$2\frac{1}{2}$ -	- 56 -	72 -	-	16° -
In den Grenzen des Roth binnen	$2\frac{1}{2}$ -	- 58 -	$73\frac{1}{2}$ -	-	$15\frac{1}{2}$° -
Ganz außerhalb des sichtbaren Lichts binnen	$2\frac{1}{2}$ -	- 58 -	79 -	-	18° -

Drey Thermometer wurden ſo lange in den Sonnenſchein geſtellt, bis ſie nicht mehr ſtiegen. Das Thermometer mit der unbekleideten Kugel ſtand auf 58½°, das mit der weiß gefärbten Kugel ebenfalls auf 58½°, das mit der geſchwärzten Kugel auf 60°. Als hierauf der Apparat wie zuvor eingerichtet war, ſtieg in 3 Minuten

das Thermometer mit geſchwärzter Kugel
im vollen Roth von 58° bis 61°, alſo um 3° Fahr.
im vollen Dunkeln - 59° - 64° - - 5° -

Das Thermometer mit weiß gefärbter Kugel
im vollen Roth von 55° bis 58°, alſo um 3° Fahr.
im vollen Dunkeln - 58° - 58½, - - ½° -

Auf Davy's Vorſchlag, welcher bey dieſen Verſuchen gegenwärtig war, wurden auch Verſuche über die Kraft angeſtellt, mit welcher die verſchiedenen farbigen Strahlen Canton's Lichtmagneten zum Leuchten bringen. Man fand, ohne daß dabey ein Irrthum möglich blieb, daß die blauen Strahlen dieſe Kraft in weit höherm Grade als die rothen beſitzen.

Kurze Zeit vor Davy hatte ſchon Herr Ritter f) über die chemiſche Einwirkung des Sonnenlichts Verſuche angeſtellt. Er hatte gefunden, daß auch außerhalb dem Violet des Farbenbildes unſichtbare Strahlen anzutreffen ſind; dieß bewies ihm nämlich die beträchtlich ſtärkere Reduktion des ſalzigſauren Silbers außerhalb dem Violet, als ſelbſt in demſelben, welches er hernach auch durch die Reduktion anderer leicht desoxydirbaren Körper an derſelben Stelle beſtätigt wahrgenommen hat.

Zu

f) Gilbert's Annalen.

Zugleich fand Herr Ritter, daß diese chemisch wirkenden Strahlen von den farbigen durchaus verschieden seyn müssen. Denn es war z. B. leicht, die unsichtbaren reducirenden Strahlen außer dem Violet des Bildes eines Prisma in das Roth des Bildes eines zweyten fallen zu lassen, wobey das Roth nicht im mindesten geändert wurde, wohl aber die Oxydation in ihm nicht allein aufgehoben, sondern in eine ziemlich starke Reduktion übergebracht wurde; welches zugleich zeigte, daß die reducirenden Strahlen im ungefärbten Sonnenlichte, dem sogenannten Weiß, in weit größerer Menge oder Stärke zugegen seyn müssen, als die oxydirenden.

Die Erfahrung, daß einige Körper die Wärme länger behalten, als andere, war schon längst bekannt, und man war immer der Meinung, daß dichtere Körper die Wärme stärker und besser leiteten, als die mehr lockern, weil sie an der Berührungsstelle mehr Masse enthielten, und der Wärmematerie mehr Berührungspunkte zur Mittheilung darböten. In den neuern Zeiten hat man aber auf diesen sehr wichtigen Gegenstand mehrere Aufmerksamkeit gerichtet, und dabey den Ausdruck wärmeleitende Kraft eingeführt.

Richmann g) beschreibt einige Versuche über die starke Leitungskraft des Queckſilbers, und im 4ten Bande der Petersburg. Commentar. macht er sein Verfahren bekannt, die Erkältungsfähigkeit fester Körper

g) De argento vivo calorem celerius recipiente et celerius perdente, quam multa fluida leviora, experimenta et cogitationes. In Nov. comment. Petrop. Tom. III. 1754. p. 309.

Körper zu unterſuchen. Er ließ nähmlich metallene Kugeln von gleicher geometriſcher Größe mit cylindriſchen Hölungen verfertigen, füllte die Hölungen mit einerley flüſſigen Materie an, und ſtellte die Kugel eines Thermometers hinein. Die metallenen Kugeln wurden nun bis auf einen gewiſſen Grad erhitzt, und hierauf in freyer Luft aufgehängt und abgekühlt. Auf dieſe Art fand Richmann, daß das Bley die Wärme am ſchnellſten annahm und verlor, und daß hierauf der Ordnung nach Zinn, Eiſen, Kupfer, Meſſing folgten.

Franklin [h]) und Achard [i]) wollten bemerkt haben, daß die beſten Leiter der Elektricität auch die beſten Wärmeleiter ſind. Metalle erhitzen und erkälten ſich am ſchnellſten, die Holzarten langſamer, Glas und Harze am ſpäteſten. Büffon wollte auch wahrgenommen haben, daß Flüſſigkeiten überhaupt die Wärme beſſer leiten, als feſte Körper; allein neuere Erfahrungen ſcheinen mehr das Gegentheil erwieſen zu haben.

Nachher ſtellte Ingenhouß [k]) über die Leitungen der Wärme der Metalle mit einer ſehr einfachen von Franklin ihm mitgetheilten Vorrichtung verſchiedene Verſuche an. Er überzog Drathe von verſchiede-

h) *Rozier* journal de phyſ. 1773. p. 276. im Ausz. in Crells chem. Annalen. 1784. St. 4. S. 61.

i) Mémoir. de l'Acad. de Berlin 1779. im Gothaiſchen Magazin. B. II. St. 2 S. 39 u. f.

k) Von dem Unterſchiede der Geſchwindigkeit, mit welcher die Hitze durch verſchiedene Metalle geht; in Ingenhouß vermiſchten Schriften überſ. von Molitor. Wien 1784. B. II. S. 343 f.

schiedenen Metallen mit einer dünnen Wachslage, senkte sie alsdann alle zusammen in heißes Oehl, und bemerkte, wie schnell an jedem Drathe die Hitze, die zu Abschmelzung des Wachses nöthig war, sich fortpflanzte. Hiernach fand er, daß das Silber unter allen Metallen der beste, und das Bley der schlechteste Wärmeleiter sey. Ueberhaupt war die Ordnung folgende: Silber, Kupfer, Gold, Zinn, Eisen, Stahl, Bley. In der Folge hat er die Versuche fortgesetzt [1]), und die Platina, welche doch eins der dichtesten Metalle ist, wider Vermuthen als einen sehr schlechten Wärmeleiter befunden. Nach diesen neuen Versuchen glaubt er dem Silber, Gold, Kupfer und Zinn mit Gewißheit die vier ersten Stellen einräumen zu können, indem diesen offenbar Stahl, Eisen und Bley sehr weit nachstünden.

Die meisten und interessantesten Versuche dieser Art hat Herr Thompson (Graf von Rumford) angestellt, und überhaupt diesen Gegenstand am meisten untersucht. Zuerst setzt er den Begriff von wärmeleitender Kraft fest, und versteht darunter das Vermögen der Körper, bey übrigens gleichen Umständen die Abkühlung eines darin eingeschlossenen erhitzten Körpers schneller oder langsamer zuzulassen. Derjenige Körper, welcher die Abkühlung schneller zuläßt, ist ein besserer Leiter der Wärme, als derjenige, welche sie langsamer oder in längerer Zeit zuläßt. Im gemeinen Leben pflegt man schlechte Leiter der Wärme warmhaltende Körper zu nennen.

Nach des Grafen ältesten Versuchen ist die wärmeleitende Kraft diese:

beym

1) *Rozier* journal de physique Tom. XXXIV. 1789. p.68. in Grens Journal der Phys. B.I. S. 154 f.

beym Queckſilber	1000
bey feuchter Luft	330
Waſſer	300
trockener Luft	80
im luftleeren Raum	55

Herr Pictet m) ſtellte mehrere Verſuche über den Durchgang der Wärme durch verſchiedene elaſtiſche Flüſſigkeiten und durch den luftleeren Raum an. Seine Vorrichtung dazu beſteht aus einem frey hangenden Thermometer, einem Elektrometer, Sauſſüre's ſchen Haarhygrometer, und einem Elaſticitätszeiger, oder einem abgekürzten Heberbarometer, welche vier Inſtrumente zuſammen an einem gemeinſchaftlichen Geſtelle in einem großen gläſernen Ballon eingeſchloſſen wurden, welcher entweder luftleer gemacht, oder mit der verlangten elaſtiſchen Flüſſigkeit angefüllt werden kann. In dieſem Ballon wird die Thermometerkugel mittelſt einer brennenden Kerze erwärmt, deren ausfließende Wärme von Hohlſpiegeln auf die Kugel reflektirt wird, welches nach Pictet ein Mittel iſt, das Thermometer nach Belieben zu erwärmen, ohne dem durchſichtigen Mittel, worin ſich daſſelbe befindet, eine merkliche Wärme mitzutheilen. Vorher unterſuchte er mit großer Sorgfalt die Wirkung der brennenden Kerzen auf die Erwärmung des Thermometers, ſowohl mit geſchwärzter, als mit reiner Kugel, den Widerſtand, welchen die Glaswände des Ballons dem Durchgange der Wärme entgegenſetzen (wobey er fand, daß dieſe Wärme etwa $\frac{2}{3}$ bis $\frac{5}{6}$ des zuſtrömenden wärmenden Ausfluſſes hinwegnehmen), und den mittleren

m) Verſuche über das Feuer. Aus dem Franzöſiſch. 8. Cap. 4. 5. 6.

leren Grad der Erwärmung, den die Luft im Ballon durch den zur Erwärmung des Thermometers gebrauchten Apparat erhielt. Seine Versuche selbst ergaben, daß sich in dem trockenen leeren Raume das Thermometer langsamer erwärmte, dagegen aber schneller erkaltete, als in dem feuchten leeren Raume, oder wenn der Ballon mit Wasserdampf gefüllt war. Das erstere schreibt er dem schlechtern Brennen der Kerzen bey diesem Versuche zu; das zweyte erklärt er durch die Kraft, womit die Wasserdämpfe die mit ihnen verbundene Wärmematerie zurückhalten, wodurch die Störung des Gleichgewichts zwischen der Wärme im Thermometer und in dem umgebenden Mittel geringer, und die Erkaltung des Thermometers langsamer werden muß. Nach Thompson's Versuchen sollte zwar die feuchte Luft die Wärme besser, als die trockene, leiten; allein Pictet bemerkt, es sey bey seinem Verfahren das Wasser, womit er die innern Wände des Apparats befeuchtete, beym Eintauchen in kochendes Wasser in Dampf verwandelt worden, und habe dann seine gebundene oder Ausdünstungswärme an der Kugel des Thermometers wieder abgesetzt; so oft dagegen der Grad der Wärme um ein Beträchtliches unter der Siedhitze gewesen sey, träfen Thompson's Versuche allemal mit den seinigen überein, und bewiesen gleichfalls, daß die feuchte Luft ein schlechterer Leiter der Wärme, als die trockene, sey. Die übrigen Versuche Pictet's, welche die mit Dampf des Vitriolæthers und die mit elektrischer Materie angefüllte Leere betreffen, sind in Ansehung ihrer Resultate noch sehr ungewiß.

Herr Hofrath Mayer hat sich bemüht, die Theorie der wärmeleitenden Kraft in einigen Abhandlungen

lungen n) auf feſte Geſetze zu bringen. Er legt hiebey zum Grunde, daß man Körper von gleicher Figur und gleicher Größe auf einerley Temperatur erwärme, und ſie alsdann in demſelben umgebenden Mittel um gleich viele Grade wieder erkalten laſſe. Nehme man nun an, in einem Mittel von 4° Temperatur erkalten zwey Körper von 80° in der zur Einheit angenommenen Zeit (z. B. in 4 Minuten) der eine bis auf 70, und der andere bis auf 60°, ſo benennt er die Ausdrücke $\frac{70-4}{80-4} = 0{,}8684$, und $\frac{60-4}{80-4} = 0{,}7368$ ihre Erkältungsexponenten, weil nach Newton und Lambert die Erkältung in gleichen auf einander folgenden Zeiträumen nach einer geometriſchen Progreſſion erfolgt, deren Exponent für den erſten Körper $= 0{,}8684$, und für den zweyten $= 0{,}7368$ iſt. Setze man nun die gemeinſchaftliche Temperatur zweyer Körper M und N $=$ Y, die des umgebenden Mittels $=$ Z. Nach der verfloſſenen Zeit von φ Minuten ſey des Körpers M Temperatur $=$ y, und des umgebenden Mittels $=$ z; nach ψ Minuten des Körpers N Temperatur ebenfalls $=$ y, und auch die Temperatur des umgebenden Mittels $=$ z; ſo hat man für den erſten Körper (den Erkältungsexponenten $= \frac{1}{e}$ geſetzt) $y - z = (Y - Z)\left(\frac{1}{e}\right)^{\varphi}$; und für den zweyten (den Erkältungsexponenten $\frac{1}{\varepsilon}$ genommen) $y - z = (Y - Z)\left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{\psi}$, folglich (1

n) Ueber die Geſetze und Modifikationen des Wärmeſtoffs. Erlangen 1791. 8. S. 288 f. Ueber das wärmeleitende Vermögen der Körper; in Grens Journ. der Phyſik. B. III. S. 19 f. Ueber das Geſetz, welches die Leitungskräfte der Körper für die Wärme befolgen. Ebendaſ. B. IV. S. 22 f.

$$\left(\frac{1}{e}\right)^{\varphi} = \left(\frac{1}{s}\right)^{\psi}, \text{ und}$$

$$\log.\frac{1}{e} : \log.\frac{1}{s} = \psi : \varphi \text{ d. h.}$$

die Logarithmen der Erkältungsexponenten sind in dem verkehrten Verhältnisse der Zeiten, in welchem gedachte Körper in einer gemeinschaftlichen Temperatur Y bis zu einer andern gemeinschaftlichen y erkalten, und zwar in einerley umgebendem Mittel. Wenn also, wie hier vorausgesetzt wird, die beyden Körper M und N von gleicher Figur und gleicher Größe sind, so wird derjenige Körper ein doppelt so guter Leiter für die Wärme seyn, welcher zum Beyspiel um von einer gewissen Temperatur Y zu einer andern y herabzukommen, halb so viel Zeit braucht, als der andere, d. h. die Leitungskräfte zweyer Körper verhalten sich verkehrt wie die Zeiten, die sie brauchen, einerley Aenderung einer gemeinschaftlichen Temperatur in einerley Mittel zu erfahren. Da nun auch die Logarithmen der Erkältungsexponenten sich verkehrt wie die Zeiten verhalten, so werden die Leitungskräfte zweyer Körper auch in dem ordentlichen Verhältnisse der Logarithmen ihrer Erkältungsexponenten stehen.

Hiebey wird nun als Bedingung angenommen, daß das umgebende Mittel die ihm mitgetheilte Wärme nicht aufhalte und auf die erkaltenden Körper wieder zurückwirke, imgleichen, daß die Aenderung der Temperatur des Mittels gegen die Veränderung der Temperatur der erkaltenden Körper in jedem Zeitmomente so gering als möglich sey. Nach Herrn Mayer erfüllt die Luft diese Bedingung am besten; daher es am schicklichsten ist, dergleichen Körper bey den Versuchen an der Luft abkühlen zu lassen, und dabey den

Unterschied der Temperatur der Körper und der Luft nicht zu groß zu nehmen, damit ein allzuschnelles Erkalten nicht Ungleichheiten und Abweichungen von den Gesetzen der geometrischen Progression veranlasse. Unter diesen Voraussetzungen beweißt nun Herr Mayer folgendes allgemeine Gesetz: die Leitungskräfte zweyer Substanzen (von gleicher Größe und gleicher Figur) verhalten sich verkehrt wie die Produkte aus ihren Massen (oder eigenthümlichen Gewichten) in ihre specifischen Wärmen oder, (weil das Produkt der specifischen Wärme in das specifische Gewicht die relative Wärme ausdrückt) die Leitungskräfte verhalten sich verkehrt, wie die relativen Wärmen. Hierauf zeigt nun Herr Mayer, daß sowohl Richmanns Versuche über die Metalle, als auch seine eigenen über Wasser, Queckſilber, Leinöl und Essig mit diesem aus theoretischen Untersuchungen gefolgerten Gesetze sehr gut zusammenstimmen. Für die Leitungskraft der Wärme = 10 gesetzt, fand er die des Queckſilbers 20, des Leinöls 18, des Essigs 10, des Eisens 23 u. s. f. Herr von Humbold hat nach diesem Gesetze eine Tabelle für die Leitungskräfte mehrerer Körper zu berechnen gesucht.

Nach Herrn Mayer kommen die Widersprüche zwischen Richmann's und Ingenhouß's angeführten Resultaten bloß von den irrigen Schlüssen her, welche letzterer aus seinen Versuchen zieht. Man muß vielmehr behaupten, daß dasjenige Metall gerade der beste Leiter für die Wärme sey, welchem bey dieser Methode die geringste Höhe des abgeschmolzenen Wachses zugehöre. Denn diese Höhe muß allemal desto geringer seyn, je schneller der Drath die empfangene Hitze wieder an das kältere Mittel, womit er um-

umgeben ist, abgibt, d. h. je ein besserer Leiter er ist. Demnach folgt aus des D. Ingenhouß Versuchen eben sowohl, als aus den Richmannschen, daß das Bley unter allen Metallen die Wärme am besten leite.

Der Herr Graf von Rumford o) bediente sich bey neuern Versuchen über die wärmeleitende Kraft der Körper folgender Methode. Er hieng ein empfindliches Thermometer mit hinreichend breiter Skale in einem Glaskolben mit einer Kugel so auf, daß die Kugel des Thermometers in der Mitte der Kugel dieses Gefäßes stand; hierauf füllte er den Zwischenraum mit derjenigen Substanz, deren wärmeleitende Kraft er bestimmen wollte, zu gleicher Höhe aus, erhitzte den ganzen Apparat in kochendem Wasser bis zu einerley Temperatur, kühlte ihn hiernächst in einer kaltemachenden Mischung aus Eis und Wasser von hinreichender Masse wieder ab, und bemerkte nach einer Sekundenuhr genau die Zeit, welche verfließt, ehe das Thermometer von 70 Grad bis 10 Grad herabsinkt. Der Graf gibt diesem Apparate den Nahmen des Passage-Thermometers, weil er bloß bestimmt ist, den Durchgang der Wärme durch die Körper zu messen. Die Leitungskraft der Substanz für die Wärme steht im verkehrten Verhältnisse der gefundenen Zeit der Abkühlung; so wie das warmhaltende Vermögen im geraden Verhältnisse eben dieser Zeit.

Vorzüglich betreffen des Grafen Versuche die relativen Leitungskräfte derjenigen Substanzen für die Wärme, welche zu Kleidungsstücken gebraucht werden, und

o) Experim. upon Heat in Philos. Transact. Vol. LXXXII. for the year 1792. P. II. p. 48. in Grens Journal der Physik. B. VII. S. 245 f.

und ihrer Vergleichung der Leitungskraft mit der Luft. War die Thermometerkugel bloß mit Luft umgeben, ſo waren zum Abkühlen von 70 bis 10 Grad des Thermometers 576 Sekunden Zeit nöthig; die Erwärmung der Luft aber erfolgt ſchneller, indem ſie nur 473 Sekunden Zeit gebraucht, um im kochenden Waſſer von 10 bis 70 Grad wieder zu ſteigen. Bey verſchiedenen andern Subſtanzen waren die Zeiten der Abkühlung folgende:

Rohe Seide	1248 Sek.	Feines Leinen	1032 Sek.
Schaafwolle	1118 -	Biberhaare	1296 -
Baumwolle	1046 -	Haaſenhaare	1315 -
		Eiderdaunen	1305 -

Hierbey kam es aber auch zugleich mit auf die Menge und Dichtigkeit der Subſtanzen an; ward z. B. die Thermometerkugel mit 32 Gran Eiderdunen ſtatt 16 Gran umringt, ſo war die Zeit der Abkühlung 1472, und bey 64 Gran 1615 Sekunden. Außerdem hat der Graf noch eine Menge Verſuche über dasjenige angeſtellt, was hierbey auf Struktur der Subſtanzen und die in ihren Zwiſchenräumchen befindliche Luft ankommt. Die letztere hat wegen ihres Anhängens an den Haaren einen großen Einfluß auf die Verſtärkung des Warmhaltens.

Ueberdieß glaubte der Graf durch entſcheidende Verſuche gefunden zu haben, daß ſowohl die kalte als heiße Luft, und heißer Dampf, ſo wie heiße Miſchungen von Luft und Dampf, der ſich von brennenden Brennmaterialien erhebt, und ſogar die Flamme ſelbſt, Nichtleiter der Wärme ſind.

Nachher hat auch der Graf durch eine große Reihe von unterhaltenden Verſuchen zu zeigen geſucht, daß

und sind nur Blatt- und Blüthenstiele, die Blüthen selbst sind sehr klein, grünlich, und stehen in Dolden. Die Blätter sind gefiedert, und bestehen aus 3 bis 5 Paaren länglicher, ganzrandiger, glatter, dunkelgrüner Blättchen. Die Blüthezeit fällt in den Monat Juni. Die Früchte sind kleine, rothe, kugelförmige, glatte, saftige Beeren, welche in Trauben stehen, und einen angenehmen, säuerlichen Geschmack haben. Sie reifen im Monat August. Die Pflanze wächst in Wäldern, Hecken und Gebüschen, besonders auf Bergen, und ist in ganz Europa einheimisch. Sie blüht im Monat Juni. Die Beeren werden im Monat August reif. Sie sind ein gutes Futter für Vögel, und werden auch von Menschen gegessen. Man macht auch Gelée daraus. Die Blätter sind ein gutes Futter für Ziegen, Schafe und Rindvieh. Die Rinde ist ein Purgirmittel. Sie wird im Frühjahre gesammelt, und getrocknet. Man gebraucht sie in Abkochungen, Pulvern und Latwergen. Die Dosis ist 1 bis 2 Drachmen. Sie ist ein heftiges Purgirmittel, und darf nur mit Vorsicht gebraucht werden. Sie wird auch äußerlich gegen Krätze und Flechten gebraucht. Die Blätter sind ein gutes Mittel gegen Hämorrhoiden. Man macht sie zu Umschlägen, oder Bähungen. Die Früchte sind ein gelindes Purgirmittel. Sie werden in Abkochungen gebraucht. Die Dosis ist 1 bis 2 Unzen. Sie sind ein gutes Mittel gegen Gelbsucht, Wassersucht, Hämorrhoiden, Hypochondrie, Hysterie, Verstopfungen, Leber- und Milzbeschwerden. Man macht auch Syrup und Gelée daraus. Die Dosis des Syrups ist 1 bis 2 Unzen. Die Dosis des Gelée ist 1 bis 2 Loth. Die Früchte sind ein gutes Mittel gegen Ruhr, Durchfall, Blutspeien, Blutharnen, Blutstürzen, Hämorrhoiden, Gelbsucht, Wassersucht, Hypochondrie, Hysterie, Verstopfungen, Leber- und Milzbeschwerden. Man macht auch Syrup und Gelée daraus. Die Dosis des Syrups ist 1 bis 2 Unzen. Die Dosis des Gelée ist 1 bis 2 Loth.

abzukühlen, brachte er es in ein Fenſter, wohin gerade die Sonne ſchien. Als er nun auf die ganze bloße Röhre hinſah, ſo bemerkte er, daß die liquide Maſſe in der Röhre in einer ſehr ſchnellen Bewegung war, nach entgegengeſetzten Richtungen, zu gleicher Zeit hinauf und herunter. Die kupferne Kugel am Thermometer war zwey ganzer Jahre leer geweſen, und die Stäubchen, welche ſich darin geſammelt hatten, waren mit dem Weingeiſt vermengt, ſo daß ihre Bewegung eine ungemein heftige Bewegung des Weingeiſtes anzeigte. Als er dieſe Bewegung mit einem Linſenglaſe betrachtete, ſo fand er, daß der aufſteigende Strohm außer der Axe und längs der obern Wand der Röhre herabging, indeß der herabſteigende die ganze untere Seite der Röhre einnahm. Als die Erkältung des Weingeiſtes durch Benetzung der Röhre mit Eiswaſſer beſchleunigt wurde, ſo wurde auch die Geſchwindigkeit des auf- und niederſteigenden Strahls merklich beſchleunigt. Die Geſchwindigkeit beyder Ströhme nahm allmählig ab, ſo wie das Thermometer ſich erkältete; und als es etwa die Temperatur der Stubenluft hatte, ſo hörte die Bewegung gänzlich auf.

Dieſen Verſuch wiederholte er mit einem ähnlichen Thermometer von denſelben Dimenſionen, mit Leinöl gefüllt, und beobachtete unter denſelben Umſtänden die nämlichen Erſcheinungen. Nun glaubte der Graf überzeugt zu ſeyn, daß die Bewegung in dieſen Liquidis durch diejenigen ihrer Theile veranlaßt werde, die individuell und nach einander ihre Wärme an die Seitenwand der Röhre, wie die Luft ihre Wärme an andere Körper, abſetzen. Als er über dieſen Gegenſtand aufmerkſam nachdachte, ſo ſchien es ihm

ihm, daß, wenn die Liquida in der That Nichtleiter der Wärme wären, oder wenn die Wärme nur zu Folge der innern Bewegung ihrer Theilchen sich darin fortpflanze, alles, was die Bewegung zu hindern strebe, auch die Operation selbst verzögern, und die Fortpflanzung der Wärme langsamer und schwieriger machen müsse. Um nun hier auf Gewißheit zu kommen, richtete er sich folgenden dem vorigen ähnlichen Apparat vor. Vorzüglich war ihm darum zu thun, zu wissen, ob die Fortpflanzung der Wärme durch Wasser gehemmt werde oder nicht, wenn man die immer durch Wechsel der Temperatur verursachte Bewegung der Theile des Wassers hindere und erschwere. Zu dem Ende ließ er eine gewisse Quantität Wärme durch eine bestimmte Quantität reines Wasser, das in einem gewissen Raum eingeschlossen war, hindurch gehen, und bemerkte die zu dieser Operation verflossene Zeit; er wiederholte den Versuch mit dem nämlichen Apparate, nur mit dem Unterschiede, daß jetzt das Wasser, durch welches die Wärme gehen sollte, mit einer geringen Menge von irgend einer zarten Substanz, z. B. Eiderdaunen, vermengt war, die, ohne seine chemischen Eigenschaften zu ändern, oder seine Flüssigkeit zu mindern, nur dazu diente, die Bewegung der Theile des Wassers beym Transport der Wärme zu hemmen, oder zu erschweren; in dem Falle, daß die Wärme wirklich auf solche Art transportirt oder fortgeführt, und nicht frey durch die Liquida treten könne. Der Körper, welcher die Wärme aufnahm, und zugleich dazu diente, die Menge der mitgetheilten Wärme zu messen, war ein großes cylindrisches Thermometer. Der Behälter ist von dünnem Kupferblech, cylindrisch, aber an beiden Seiten halbkugelförmig. Sein Durchmesser beträgt 1,84 Zoll, die

Länge 4,99, der Inhalt 13,2099 Cubikzoll, die äussere Oberfläche 28,834 Quadratzoll. Die Dicke des Blechs beträgt 0,03 Zoll; er wiegt leer 1846 Gran, und faßt bey der Temperatur von 55° Fahrenh. 3344 Gran Wasser. Dieser Behälter hat eine Glasröhre 24 Zoll lang und 0,4 Zoll im Durchmesser, die durch einen Kork in eine cylindrische Röhre von Kupfer, die 1 Zoll lang und 0,56 im Durchmesser ist, und noch zu dem metallischen Behälter gehört, befestigt ist. Dieses mit Leinöl gefüllte und mit graduirter Skale versehene Thermometer wurde in der Axe eines hohlen aus dünnem Messingbleche verfertigten, 11½ Zoll langen und 2,3535 Zoll weiten Cylinders befestigt. Dieser Cylinder ist an dem einen Ende offen, an dem andern mit einem halbkugelförmigen, nach außen convexen Boden geschlossen. Er wiegt 2261 Grän, und das Blech hat 0,0128 Zoll Dicke. Der Behälter des Thermometers wurde in den untern Theil dieser messingenen cylindrischen Röhre gestellt. Um ihn in der Mitte derselben zu erhalten, wurde er von drey hölzernen Pflöckchen, die ¼ Zoll Länge und etwa 0,1 Zoll im Durchmesser hatten, und die in eben so viel Röhrchen von Messingblech befestigt waren, gehalten.

Das obere Ende des Thermometerbehältnisses wird in seiner Lage, oder in der Axe des äußern Cylinders, dadurch erhalten, daß die Röhre des Thermometers durch ein in der Mitte eines Korks, der das Ende des Cylinders verschließt, angebrachtes Loch hindurchgeht. Der Boden des Thermometerbehältnisses wird durch ein ähnliches hölzernes Pflöckchen in einer Entfernung vom Boden des messingenen Cylinders von ¼ Zoll und darüber getragen. Auf solche Art bleibt

auf

auf jeder Seite des Thermometers ein leerer Raum zwischen dem Gefäße des Thermometers und der innern Oberfläche des großen Cylinders, in welchem dieses eingeschlossen ist. Die Entfernung der äußern Oberfläche des Gefäßes des Thermometers und der innern Oberfläche des dasselbe umgebenden Cylinders ist 0,25175 Zoll. Dieser Raum dient dazu, das Wasser oder jede andere Substanz aufzunehmen, durch welche die Wärme in das Thermometer oder aus demselben gehen soll. Die Quantität der Wärme wird durch die Höhe der Flüssigkeit im Thermometer angezeigt. Die nöthige Menge Wasser, um diesen Raum zu füllen und noch das obere Ende des Thermometergefäßes $\frac{1}{4}$ Zoll hoch zu bedecken, wog 2468 Gran.

Nachdem nun das Thermometergefäß mit Wasser, oder einem andern Liquidum, dessen wärmeleitende Kraft erforscht werden soll, umgeben ist, wird ein rundes Stück Kork von etwas kleinerm Durchmesser als der messingene Cylinder ist, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll dick, mit einem Loch in der Mitte, durch welches die Thermometerröhre frey durchgehen kann, in den messingenen Cylinder hinabgelassen, doch nicht ganz tief, um die Oberfläche des Wassers oder der andern darin enthaltenen Substanz berühren zu können. Die Korkscheibe wird an ihrem Orte durch drey hervorragende messingene Stifte erhalten, welche auf die äußere Seite des metallenen Halses des Thermometergefäßes gelöthet sind. Hiernächst wird nun der obere Theil des hohlen messingenen Cylinders mit Eiderdaunen gefüllt, und mit einem Korkstöpsel verschlossen, in dessen Mitte ein Loch angebracht ist, durch welches die Thermometerröhre hervorsteht. Da die ganze Skale des Thermometers vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte noch

oberhalb dieſes Deckels iſt, ſo kann jede Veränderung der Wärme, welcher das Inſtrument ausgeſetzt iſt, zu jeder Zeit beobachtet werden, ohne einen Theil des Apparats in Unordnung zu bringen. Uebrigens iſt das Thermometer nach Fahrenheit's Skale eingerichtet.

Mit dieſem ſogenannten Paſſagethermometer wurden die Verſuche auf folgende Art angeſtellt. Nachdem alles, wie zuvor angegeben worden, eingerichtet war, wurde der Apparat in ſchmelzendes Eis geſtellt, bis das Thermometer auf 32 Grad fiel; dann nahm der Graf denſelben heraus, und tauchte ihn augenblicklich in ein großes Gefäß voll kochenden Waſſers. Die wärmeleitende Kraft der Subſtanz, welche der Gegenſtand dieſes Verſuchs war, wurde durch die Zeit beſtimmt, welche die Wärme gebrauchte, um durch dieſelbe in das Thermometer zu treten. Dieſe Zeit wurde ſorgfältig bemerkt, wenn das Thermometer zum 40ſten Grade kam, und eben ſo, wenn es immer um 20 Grade ſtieg.

Je langſamer nun die Wärme in einem Medium ſich bewegt, oder fortgeführt wird, deſto längere Zeit iſt für eine gewiſſe Quantität derſelben erforderlich, um durch daſſelbe zu gehen, und da das Thermometer die Veränderungen in der Temperatur des erhitzten oder abgekühlten Körpers anzeigt, nämlich des Liquidums, womit das Thermometer gefüllt iſt, nach Maaßgabe des Durchganges der Wärme durch das Medium, womit das Thermometer umgeben iſt, ſo wird auch die wärmeleitende Kraft dieſes Mediums durch die Geſchwindigkeit des Steigens und Fallens des Thermometers angegeben, wenn das Inſtrument, nachdem es zuvor zu einer gewiſſen Temperatur gebracht

bracht worden ist, plötzlich in ein anderes Medium von einer andern angegebenen bleibenden Temperatur gebracht wird.

Zuerst wog er nun von den oben angeführten geschmorten Aepfeln 960 Gran ab, und fand durch eine Rechnung, daß der in selbigen enthaltene faserichte Theil nicht mehr als $18\frac{2}{16}$ Gran wog, mithin noch weniger als $\frac{1}{50}$ der ganzen Masse betrug, so daß nach seiner Meynung der Rest, der mehr als $\frac{45}{50}$ des Ganzen ausmachte, fast nichts als Wasser sey. War nun das Thermometer mit solchen geschmorten Aepfeln umgeben, so fand er die Zeit, welche nöthig war, damit das Thermometer von 80° bis 160° stieg, in Mittelzahlen 335 Sekunden; da im Gegentheil, wenn das Thermometer bloß mit Wasser umgeben war, nur 172 Sekunden verflossen, um ebenfalls das Thermometer von 80° bis 160° steigen zu machen. Bey Abkühlungen von 160° bis 80° in geschmorten Aepfeln verflossen 520 Sekunden, und im Wasser 377 Sekunden.

Aus diesen Versuchen glaubte nun der Graf entscheidend diese wichtige Thatsache erwiesen zu haben: daß eine geringe Quantität gewisser Substanzen, mit Wasser vermischt, sehr stark die wärmeleitende Kraft dieses Fluidums zu schwächen vermag.

Wenn wir also annehmen, daß sich die Wärme im Wasser eben so wie in der Luft und andern elastischen Flüssigkeiten fortpflanzt, nämlich, daß sie durch seine Theilchen transportirt wird, daß diese Theilchen durch den Wechsel des specifischen Gewichts bey Veränderung der Temperatur in Bewegung gesetzt werden,

und

und daß überhaupt keine Mittheilung, kein Wechſel ihrer Wärme zwiſchen den Theilen eines und deſſelben Fluidums ſtatt findet; ſo iſt offenbar, daß die Fortpflanzung der Wärme in einem Fluidum auf zweyerley Art gehemmt werden kann, einmal dadurch, daß wir ſeine Flüſſigkeit vermindern, welches durch Auflöſung irgend einer ſchleimigen Subſtanz darin geſchieht, und dann auf eine noch einfachere Weiſe dadurch, daß wir die Bewegung ſeiner Theilchen während der Operation des Transports der Wärme erſchweren und verhindern, welches dadurch erhalten wird, daß man irgend einen feſten Körper, der ein Nichtleiter der Wärme ſeyn muß, in kleinen Maſſen, oder von großer Oberfläche im Verhältniſſe gegen ſeine Dichtigkeit, mit dem Fluidum vermengt.

Noch andere Verſuche, bey welchen der Graf Stärke mit Waſſer und Eiderdaunen mit Waſſer vermiſcht hatte, ſchienen ihm auf die entſcheidendſte Art zu beweiſen, daß die Wärme im Waſſer nur zu Folge der innern Bewegung deſſelben fortgepflanzt, oder daß ſie von den Theilchen des Liquidums transportirt oder fortgeführt wird, und ſich nicht, wie man gewöhnlich glaubt, darin ausbreitet und expandirt.

Der Herr Graf hat noch weit mehrere Verſuche zur Beſtärkung ſeiner Meynung, daß alle Liquida wahre Nichtleiter der Wärme ſind, mit Eisſcheibchen angeſtellt, welche er unter mancherley Vorrichtungen unter Waſſer brachte, und beſonders darauf aufmerkſam war, wo und auf welche Art ſie ſchmolzen.

Gegen die Verſuche des Herrn Grafen haben Mehrere verſchiedene Einwendungen gemacht. Herr Gren ſagt, es ſey Thatſache, daß feſte Subſtanzen beym Uebergange in den Zuſtand der tropfbaren Flüſſig-

Flüssigkeit, und daß tropfbar flüssige bey ihrem Uebergange zur elastischen Flüssigkeit Wärme latent machen oder Wärmestoff verschlucken, daß folglich die Quantität der Wärme, die zum Schmelzen der festen, oder zum Verdunsten der festen oder liquiden Substanzen verwendet wird, keine Temperaturerhöhung zuwege bringen könne. Es ist also auch unläugbar, daß die Wärme, welche von einem erhitzten Körper an eine schmelzbare oder verdunstbare Materie tritt, und sie zum Schmelzen oder Verdunsten bringt, alsdann fürs Gefühl oder Thermometer so gut wie verloren geht; so lange sie latent bleibt, nicht wieder so zu sagen zurückgeworfen werde, und keinen gegenseitigen Wechsel oder keine mittlere Temperatur hervorbringe. Wenn also ein solcher schmelzbarer oder verdunstbarer Stoff um einen erhitzten Körper herum eine Hülle bildet, so geräth die von diesem austretende Wärmematerie gewisser Maaßen in einen Schlund, aus dem sie nicht wieder heraustritt, und es muß da nothwendiger Weise die Abkühlung des erhitzten Körpers bey übrigens gleichen Umständen schneller erfolgen, als wenn er mit einer Hülle umgeben ist, die selbst eine Temperaturerhöhung leidet, und wo der Verlust der Wärme des darin eingeschlossenen erhitzten Körpers nur die Differenz des gegenseitigen Wechsels ihrer beyderseitigen Wärmetheile ist. Schmelzbare und verdunstbare Substanzen sind also hiernach bessere Leiter der Wärme, als nicht-schmelzbare und fixe. Aus eben dem Grunde sind Holzkohlen, Federn, Haare, Wolle, Holz, Stroh, schlechte Leiter für die Wärme, schmelzendes Eis, Wasser, Weingeist u. s. gute und bessere Leiter. Die wärmeleitende Kraft besteht also hauptsächlich in dem Vermögen derselben, freye Wärme zu latenter zu machen.

Die

Die Wärmematerie kann als Materie andere Subſtanzen nicht mechaniſch durchdringen, eben weil auch ſie undurchdringlich ſeyn muß; nur durch Anziehung anderer Stoffe kann ſie dieſe durchdringen. Die Fortpflanzung der Wärme in andern Materien ſelbſt, in ſo fern dieſe mit Stetigkeit ihren Raum erfüllen, kann alſo nicht anders geſchehen, als daß die Wärmetheilchen davon angezogen werden; und daher glaubte Gren, daß auch die Wärmetheilchen, welche Rarefaktion hervorbringen, thermometriſch wirken, ebenfalls latent werden; nur daß freylich die Wärmetheilchen, weil ſie auch nicht chemiſch gebunden ſind, durch jeden Körper von niedrigerer Temperatur ſtärker angezogen werden, und ſich dann wieder in dieſen thermoſkopiſch zeigen, oder Rarefaktion zuwege bringen.

Wenn endlich die Theile einer Materie Verſchiebbarkeit in einem hohen Grade beſitzen, wie die aller flüſſigen Stoffe, ſo müſſen nach hydroſtatiſchen Geſetzen die erwärmten und deßhalb im Volumen zugenommenen Schichten in den kältern, und daher ſpecifiſch ſchwerern aufſteigen, eben weil die Fortpflanzung der Wärme in dem Raume der ganzen Maſſe, die aus dem vorhin angeführten Grunde durch Anziehung der Materie in dieſem Raume geſchieht, nicht momentan ſeyn kann. Allerdings muß daher die Abkühlung eines erhitzten Körpers in einem Medium, deſſen Theile durch die Temperaturveränderung in Bewegung geſetzt werden, anders erfolgen, als wenn dieſe unbewegt an ihrer Stelle blieben; und die wärmeleitende Kraft der flüſſigen Mittel muß aus dieſer Urſache größer ſeyn, als ſie ſeyn würde, wenn ihre Theile durch die Wärme nicht in Bewegung geſetzt würden.

Gegen eben diese Behauptung des Herrn Grafen, daß die wärmeleitende Kraft flüssiger Materien vermindert wird, kann nach Herrn Grens Meynung wohl kein Zweifel statt finden; allein darin scheint Ersterer nach des letztern Urtheile so weit zu gehen, daß die flüssigen Substanzen an sich wirkliche Nichtleiter der Wärme wären, und nur zu Folge der Bewegung ihrer Theile die zugeführte Wärme fortführten; ja, daß unter den individuellen Theilen flüssiger Körper kein gegenseitiger Wechsel ihrer Wärmetheilchen statt finde. Denn da die Theile flüssiger Substanzen Temperaturveränderungen erleiden, so müssen sie auch Wärmestoff empfangen und mittheilen können, und folglich muß sich auch die Wärme in ihnen selbst und durch sich selbst fortpflanzen, wie in jeder Materie. Herr Gren fragt, was heißen individuelle Theile des Wassers? In einem Liquidum, das seinen Raum mit Stetigkeit erfüllt, könne man keinen Theil den kleinsten nennen, und folglich sey jener Ausdruck ganz unbestimmt. Daß aber die Bewegung der Schichten, die durch die Wärme veranlaßt wird, durch die vom Herrn Grafen gebrauchten Mittel wirklich gehemmt werde, wie er voraussetze, hat er nach Gren's Urtheile nicht erwiesen; sondern die Resultate seiner Versuche folgen ganz natürlich daraus, daß ein Gemenge aus einer die Wärme schlechter und einer sie besser leitenden Substanz die Wärme schlechter leiten müsse, als die letztere allein. Bey den Versuchen mit der Masse von geschmorten Aepfeln sey auch noch der Umstand zu erinnern, daß er die schleimigen und zuckerartigen Theile derselben ganz übersehen habe, die aus dem vorhin angeführten Grunde schlechtere Leiter wären, als reines Wasser, und überdieß durch ihre Anziehung zum Wasser die Verdunstbarkeit desselben schwächen,

ſchwächen, und alſo auch noch in ſo fern ſeine wärmeleitende Kraft vermindern könnten.

Zuletzt bemerkt Herr Gren noch, daß ſchmelzbare Subſtanzen die ſtärkſte wärmeleitende Kraft im Akt ihres Schmelzens äußerten, und daher bey niedrigern Temperaturen, die nicht zu ihrem Schmelzen hinreichten, ſchlechtere Leiter der Wärme ſeyn könnten. So iſt es z. B. mit dem Schnee, der für Temperaturen unter dem Gefrierpunkte ein ſchlechter Leiter der Wärme, für die über dem Gefrierpunkte hingegen ein ſehr ſtarker iſt. Eben ſo ſind auch geſchmolzene Subſtanzen im Akt ihres Erſtarrens oder Gerinnens ſchlechte Leiter der Wärme, wie geſtehender Talg, Wachs u. ſ. w. beweiſen.

Auch Herr de Lüc, einer von den eifrigſten Vertheidigern der atomiſtiſchen Phyſik, hat gegen des Herrn Grafen Behauptung, daß das Waſſer ein wahrer Nichtleiter der Wärme ſey, verſchiedene Einwendungen gemacht [q]). Nach ſeiner Meynung kann des Grafen Behauptung mit keiner der bekannten Theorien über die Wärme beſtehen. Denn wenn man einen Wärmeſtoff als Urſache der Wärme annehme, ſo müſſe man ſich die einzelnen Theilchen einer Flüſſigkeit entweder als einfach, d. i. als wahre Elemente, oder als aus einfachen, chemiſch verwandten Elementen zuſammengeſetzt denken. Im erſtern Falle könnten ſie von der wärmeerzeugenden Flüſſigkeit nicht durchdrungen werden; im letztern würde ihre chemiſche Vereinigung vom durchdringenden Wärmeſtoffe getrennt, und folglich die Natur der Flüſſigkeit vermindert werden, wie man das in mehreren Fällen beobachtet habe.

Die

q) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. I. S. 464. f.

Die Theilchen selbst könnten daher nicht verdünnt und ausgedehnt werden; und unsere Begriffe von Wärme paßten nur auf ein Aggregat derselben, nicht auf sie einzeln. Indem der Wärmestoff sich zwischen ihnen mit großer Heftigkeit bewege, treibe er sie auseinander, und diese Ausdehnung des Körpers geschehe, ohne daß der Wärmestoff sich chemisch mit dem Körper vereinigte. Sey dieß, so höre er vielmehr auf, sich als freye Wärme zu äußern. Die Dichtigkeit desselben im freyen Zustande bestimme die Temperatur oder den Wärmegrad jedes Körpers, der aber auch von der Natur des Körpers abhange. Jede Substanz, feste, flüssige, luftförmige sey für den so feinen Wärmestoff durchdringbar, und so könne es unter ihnen keinen Nichtleiter geben.

Dasselbe folge aus der Theorie, welche die Ursache der Wärme in die Schwingungen der Theilchen eines Körpers setze. Indem diese Schwingungen machten, dehnten sie sich nicht einzeln aus, sondern nur gegenseitig aus einander, wodurch nur eine Masse von Theilchen, nach Verhältniß der Stärke, womit sie schwingen, sich in einen größern Raum auszubreiten gezwungen werde. Warum sollten sich überdieß die Schwingungen nicht eben sowohl unter den Theilchen einer Flüssigkeit, als unter festen und flüssigen Theilchen fortpflanzen? Dieß zu läugnen, dazu berechtige uns nichts in dieser Theorie.

Aus dem Hauptversuche mit einem Instrumente, worin bey Annäherung an einen wärmern oder kältern Körper sogleich zwey entgegengesetzte Ströme entstanden, folge für die Fortpflanzung der Wärme durch Flüssigkeiten gerade das Gegentheil von der Hypothese, welche der Graf darauf gründe. Denn der herauf-

und herabſteigende Strom, wenn ein warmer Körper dem Inſtrumente plötzlich genähert werde, hatten doch ſicher eine meßbare Dicke. Da ſie nun durch Ausdehnung der Flüſſigkeit entſtanden, ſo mußte dieſe bis in eine meßbare Tiefe augenblicklich bey Annäherung eines warmen Körpers ausgedehnt, alſo von der Wärme ſelbſt bis zu dieſer Tiefe augenblicklich durchdrungen werden. Der Grund, warum in einer Flüſſigkeit dieſe Durchdringung nicht, wie beym feſten Körper, in derſelben Richtung weiter gehe, ſey der Strom ſelbſt, der in dem Augenblick geſchehe, wo die Waſſertheilchen an den Seiten des Glaſes beym Durchlaſſen der Wärme ausgedehnt, und folglich ſpecifiſch leichter würden. Dieſe ſtiegen daher in die Höhe, ehe ſie ihr Uebermaaß von Wärme den zur Seite liegenden Theilchen mittheilen könnten.

Da die Theile eines kalten Körpers von einem warmen Körper in dem Grade, als ſie erwärmt worden, in derſelben Zeit immer weniger Wärme annehmen könnten, ſo müſſe ſich eine Flüſſigkeit von unten herauf weit ſchneller, als von oben herab erwärmen laſſen. Denn im erſten Falle ſtiegen die erwärmten Theilchen aufwärts, und es kämen immerfort die kältern in die Nähe des erwärmenden Körpers. Im zweyten Falle hingegen, wo keine innere Bewegung ſtatt finde, blieben die am ſtärkſten erwärmten Theilchen immer zunächſt an dem heißen erwärmten Körper. Hieraus erkläre ſich, warum in den Verſuchen des Herrn Grafen eine Eisſcheibe, welche über dem heißen Waſſer ſchwamm, ſo viel ſchneller ſchmolz, als eine Eisſcheibe, auf der das heiße Waſſer ſtand. Im erſten Falle ſank das erkaltete Waſſer beſtändig fort zu Boden, und das wärmſte war ſtets mit der Eis-

ſcheibe

scheibe in Berührung; im letztern Falle hingegen blieb das Wasser beym Eise stehen, daher die Wärme nur sehr langsam bis zum Eise herab zu dringen vermochte.

Auch zeigen sich wirklich in den Versuchen des Herrn Grafen, daß die Eisscheibe unter dem warmen Wasser allmählich immer mehr und mehr schmolz. Diesen Umstand erklärte indeß der Graf aus der merkwürdigen Eigenschaft des Wassers, daß es sich beym Erkalten von 40 bis auf 32° nach Fahrenheit ausdehnt, statt sich, wie andere Körper, immerfort zusammenzuziehen. Denn da das Wasser, welches Eis berührt, immer eine Temperatur von 32 Grad habe, so müsse es, jener Eigenschaft gemäß, aufsteigen, dagegen das 40° warme herabsinken, und dieses das Eis schmelzen.

Nach de Lüc's Bestimmung der sonderbaren Erscheinungen beym Erkalten des Wassers ist dieses bey 41° nach Fahrenh. am stärksten verdichtet, und dehnt sich von dieser Temperatur bis zu 32° herab eben so sehr, als bey der Erwärmung von 41 bis 50° aus. Allein diese Ausdehnung betrage nur $\frac{1}{160}$ von der, welche das Wasser vom Frost- bis zum Siedpunkt erleidet. Ueberdieß verdichtet sich das Wasser von 50° herab, und von 32° hinaufwärts gleich anfangs so schnell, daß es von 45 bis 35° fast gar keine Veränderung erleidet, und eine beynahe unmerkliche Verschiedenheit in der Ausdehnung hat. Schwerlich sey aber diese geringe Verschiedenheit fähig, aufsteigende und herabsteigende Ströme hervorzubringen.

Ein Thermometer, um das ringsum eine Eisschale gefroren sey, folge, seinen Beobachtungen ge-

mäß, den Bewegungen eines nicht umfornen in jeder Temperatur unter dem Froſtpunkte.

Es habe alſo der Herr Graf, wie alle dieſe Gründe zeigten, ſeinen Satz, daß Flüſſigkeiten Nichtleiter der Wärme wären, nicht erwieſen; vielmehr folge aus ſeinen eigenen Verſuchen, daß ſie ſowohl, als alle andere Subſtanzen, von der Wärme durchdrungen würden.

Auch führt Herr Nicholſon gegen des Herrn Grafen Behauptung dieſe Bemerkung an, daß, wenn kein Waſſertheilchen Wärme annehmen und wieder fahren laſſen könnte, ſelbſt der ganze Prozeß der Fortpflanzung der Wärme durch Circulation in Flüſſigkeiten unmöglich wäre; fände aber umgekehrt dieſes ſtatt, ſo könne auch die Wärme von Theilchen zu Theilchen übergehen, und ſie auf dieſe Art fortpflanzen.

Der Herr Graf von Rumford hat in ſeinen Experimental eſſays gezeigt, daß auch Oele und Queckſilber nicht unter die Wärmeleiter gehören. Ein künſtlicher Eiskuchen, der in ſeiner Mitte gewöhnlicher Maßen erhaben war, wurde mit ganz durchſichtigem Baumöl übergoſſen, und in dieſes ein eiſerner Cylinder, der in heißem Waſſer von 210° Fahrenh. erhitzt und in ein papiernes Futteral geſteckt worden war, der Länge nach ſo weit hineingelaſſen, daß ſein Ende nur $\frac{1}{6}$ Zoll von der Fläche des Eiſes abſtand. Dieſer Hitze und Annäherung ungeachtet ließ ſich kein Schmelzen des Eiſes bemerken. Nachher wurde das Eis mit Queckſilber ſtatt des Oels übergoſſen, und das Ende des Cylinders dem Eiſen bis auf $1\frac{1}{4}$ Zoll nahe gebracht, wo der Erfolg eben derſelbe war. Der Cylinder blieb einige Minuten über dem Eiſe.

Da

Da sich nun die vornehmsten Flüssigkeiten bey dem Versuche als Nichtleiter der Wärme gezeigt haben, so schließt der Graf, daß die Nichtleitung der Wärme eine wesentliche Eigenschaft der Flüssigkeiten sey.

Gegen die Behauptung des Herrn Grafen, daß nämlich alle elastische und liquide Flüssigkeiten absolute Nichtleiter der Wärme sind, hat ferner Socquet r) Einwürfe gemacht, und sie durch Gegenversuche zu erweisen sich bemüht. Einer der Hauptversuche des Grafen ist der mit der Eisscheibe, welche in der Mitte einen kleinen Eishügel hat, und mit einer Flüssigkeit übergossen wird, in die er wenige Linien über der Eisenscheibe einen bis 80° Reaum. erhitzten eisernen Cylinder hing, ohne daß von jenem das mindeste schmolz. Diesen Erfahrungen im Kleinen glaubte Socquet einige Erfahrungen im Großen entgegenzusetzen. Er sah einst in der Spiegelmanufaktur Briati in Venedig eine Glasmasse von etwa 40 Pfund, so wie sie völlig glühend aus dem Ofen kam, in ein mit kaltem Wasser gefülltes großes Marmorbecken tauchen, worin sie im Wasser schwebend gehalten wurde. Er glaubte, das Wasser würde nun gleich kochend umher aufbrausen, aber das geschah nur da, wo es mit dem Eisen, welches die Masse hielt, in Berührung kam, und die rothglühende Masse sah man völlig deutlich in dem ruhigen Wasser. Er tauchte die Hand in das Wasser, das nun zu rauchen anfing, bewegte sie bis an den Boden des Gefäßes hinab, brachte sie dann allmählich mit der größten Vorsicht und ohne das Wasser zu bewegen unter die noch glühende Masse, und

r) Journal de physique. T. VI. p. 441.

und näherte ſie dieſer allmählig. Er fand das Waſſer bis ziemlich tief hinab ſehr heiß, aber auf dem Boden ſchien es ihm merklich kälter als an der Oberfläche zu ſeyn. Bey einer Entfernung von wenigſtens 6 Linien von der untern Fläche der glühenden Maſſe fühlte er ſehr deutlich die Irradiation des Wärmeſtoffs rings umher durch die Umgebung vom Waſſer. Dieſer Verſuch wurde dreymal wiederholt, immer mit demſelben Erfolge, und es erhellet aus demſelben, daß das Waſſer doch immer ein Leiter der Wärme, obſchon ein ſchlechter Leiter iſt.

Mit noch weniger Widerſpruch, ſagt Socquet, haben faſt alle Phyſiker das Eis für einen Nichtleiter der Wärme angenommen. Wie wollte man denn aber das Frieren des Waſſers in einer Flaſche erklären, welches an der obern Fläche zu gefrieren anfange, und dann erſt im Innern, wo es von dem Eiſe ringsum eingeſchloſſen ſey, friere? Hier müſſe doch wohl Wärme durch das Eis abgeleitet werden? Wie wolle man es ferner nach jenen Behauptungen erklären, daß man Eis bis auf — 10° oder — 30° erkalten könne? Hier könne man doch, da das Eis ein feſter Körper ſey, keinen Umlauf, keine innere Bewegung annehmen!

Er bemerkt noch, daß der Eiſencylinder, den Rumford in die Flüſſigkeiten hing, nur bis auf 80° Reaum., alſo nur mäßig erwärmt, dagegen der Eishügel und die Flüſſigkeiten durch die das Gefäß umgebende frierende Miſchung wenigſtens bis auf — 2° Reaum. erkaltet geweſen wären. Ehe das Eiſen das Eiskügelchen habe ſchmelzen können, habe es folglich die ganze Maſſe um 2° erwärmen müſſen, und nach dem großen dadurch erlittenen Wärmeverluſte hätte dann

dann die übrige Wärme noch hinreichen müssen, so viel Wasser oder Eis bis 60° zu erwärmen, denn so viel werde beym Schmelzen des Eises verschluckt. Selbst wenn auch etwas Eis geschmolzen wäre, so würde es gleich wieder bey der Berührung mit dem Eise und der unterbrochenen Erkältung von außen gefroren seyn. Nicht nur, daß die Flüssigkeiten dem heißen Eisen viel Wärme entzögen, so werde ganz besonders noch die dem Eise zugekehrte Seite beym langsamen Eintauchen erkältet, und auch das müsse man in Betrachtung ziehen, daß sowohl die Hand, wie das Pappfutteral, Wärme ableiteten.

Im Decemb. 1798. füllte er ein tiefes irdenes Gefäß, mit weiter Oeffnung, mit Queckſilber, befeſtigte darin, durch einen im Boden des Gefäßes feſt gehaltenen und zu oberſt in einen Haken gebogenen Drath, ein Stück Eis, von der Größe eines Thalers und einen halben Zoll dick, ungefähr 10 Linien unter der Oberfläche des Queckſilbers parallel mit demſelben, ſo daß es ſo gut als iſolirt in dem Queckſilber ſchwebte. Die Temperatur des Zimmers war — $5\frac{1}{2}^{\circ}$ Reaum. Senkrecht über der Eisſcheibe befeſtigte er über der Oberfläche des Queckſilbers einen weiten Glascylinder, der ſich kaum eine Linie tief in das Queckſilber einſenkte, und füllte ihn bald mit kochendem Waſſer, bald mit heißen Salzauflöſungen verſchiedener Art, bald mit Oel u. ſ. f. an; und in allen dieſen Fällen, wo nach Rumford gar keine Leitung möglich geweſen wäre, ſah er nach kurzer Zeit das vom iſolirten Eiſe abgeſchmolzene Waſſer durch das Queckſilber hinaufſteigen, ſo daß alſo die Wärme ſenkrecht durch eine unbewegte und undurchſichtige Flüſſigkeit hinuntergebrungen war.

Es wäre den Chemikern bekannt, daß die Stärke der chemiſchen Verwandtſchaft im umgekehrten Verhältniſſe der Stärke der Aggregation ſtehe; daher alle die Mittel, ſowohl Verkleinerung wie Erwärmung, wodurch ſie dieſe aufzuheben ſuchten. Dieſes auf das Waſſer angewandt, ſo werde es ſchneller verdunſten, wenn es einer Platte, worauf es liege, adhärire, weil ſo auf zweyerley Art, durch dieſe Adhäſion und durch die Wärme, die Aggregation aufgehoben werde. Man wiſſe, daß das Waſſer bey einer gewiſſen Hitze vom Eiſen zerſetzt, und das Eiſen oxydirt werde, daß hingegen bey einer ſtärkern Hitze das Eiſen wiederum desoxydirt, alſo das Waſſer nicht mehr zerſetzt werde, vielmehr bey einer hohen Temperatur Waſſer und Sauerſtoff ſich mit einander verbänden. Daraus glaube er folgende Erfahrungen erklären zu können, die er bey der Bearbeitung vom glühenden Eiſen wahrgenommen habe. Als nämlich Arbeiter, die in eine große Platte von glühendem Gußeiſen mit einem ſtählernen Keile eine viereckte Oeffnung einarbeiten wollten, den Keil, ſo oft ſie ihn aufs neue einſetzten, anfeuchteten, tropfte das Waſſer zum Theil in die Ritze des glühenden Eiſens hinab. Hier blieb es ruhig, ohne zu zittern, und verdampfte dabey nur mäßig. Wenn aber beym Schlagen auf den Keil ein Tropfen auf die Haut der Arbeiter ſpritzte, ſo verbrannte er ſie eben ſo ſtark, wie ein Stück glühendes Eiſen; ein ſicheres Zeichen, daß in dieſem Zuſtande das Waſſer, ehe es verdampfte, eine höhere Temperatur als 80° Reaum. angenommen hatte. Dagegen befördere eine ſchwache Erwärmung eines Eiſens, worauf Waſſer ruhe, die Verdampfung außerordentlich.

Hieraus

Hieraus sey es auch, wie er glaube, zu erklären, daß eine angefeuchtete Erdfläche viel mehr Wasser in gleicher Zeit verdunste, als die Oberfläche eines Sees; daß man beym Kochen des Wassers die Dampfwirbel immer von dem Rande und dem Boden des Gefäßes aufsteigen sehe, und daß nach Vauquelin's Erfahrungen die Salzauflösung bey einer niedrigern Temperatur, als das Wasser, also unter 80° Reaum. koche.

Ließen sich gleich, diesen Versuchen zu Folge, die Flüssigkeiten für keine absoluten Nichtleiter der Wärme ausgeben, so lasse sich doch keinesweges läugnen, daß sie sehr schlechte Wärmeleiter seyen, und man müsse in dieser Eigenschaft der tropfbaren und elastischen Flüssigkeiten den Erklärungsgrund vieler interessanten Erscheinungen suchen. So z. B. wäre es unstreitig der sehr schlechten Wärmeleitung der durch die Ausdünstung des Körpers gebildeten Dampfhülle, die Fordyce und seine Gefährten in dem Ofen, in den sie sich bey 240° Reaum. Hitze hineingewagt hatten, sogleich umgab, zuzuschreiben, daß sie an ihren Körpern nur eine verhältnißmäßig geringe Wärme empfanden, und das Thermometer, schon ehe es die Haut berührte, sank am stärksten an denjenigen Stellen, die am meisten ausdunsteten; auch daß, als die Feuchtigkeit, mithin auch die Dampfhülle, sich verminderte, und die Luft im Ofen mehr mit Wasser sich gesättigt hatte, ihnen die Wärme viel schwerer zu ertragen wurde.

Auch der Herr Prof. Grimm s) war auf einen Versuch des Herrn Grafen von Rumford aufmerksam,

s) Gilbert's Annalen der Physik. B. VII. S. 361.

ſam, wodurch er die abſolute Nichtleitung der Wärme aller Flüſſigkeiten darthun wollte. Dieſer Verſuch zeigt nämlich, daß das Eis weit langſamer wieder flüſſig wird, wenn kochendes Waſſer auf daſſelbe gegoſſen wird, als wenn es auf dem kochenden Waſſer ſchwimmt. Die Urſache dieſer Erſcheinung ſcheint ihm nicht, wie mehrere Phyſiker behaupteten, in der ſchlechten wärmeleitenden Kraft des Waſſers zu liegen, ſondern er erklärt ſie auf folgende Art: Im heißen Waſſer ſteigen die in Dampf verwandelten Waſſertheilchen wegen ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit in die Höhe. Schwimmt das Eis auf der Oberfläche des Waſſers, ſo werden die Dämpfe, ſobald ſie das Eis berühren, wieder verdichtet, und bey ihrer Verdichtung wird viel Wärmeſtoff frey. Daher ſey wohl nichts natürlicher, als daß das Eis unter ſolchen Umſtänden ſchneller ſchmelzen müſſe, als auf dem Boden des Gefäßes, dem die Dämpfe ſich nicht näherten, ſondern von dem ſie ſich entfernten.

Der Herr Graf von Rumford ſcheint alſo doch wenigſtens ſo viel erwieſen zu haben, daß die elaſtiſchen und unelaſtiſchen flüſſigen Materien ſchlechte Leiter der Wärme, nicht aber, vollkommene Nichtleiter der Wärme ſind.

Aus dieſen Unterſuchungen über die wärmeleitende Kraft der Subſtanzen, welche beſonders für die Künſte und Handwerke äußerſt wichtig ſind, erklären ſich ſehr leicht Naturerſcheinungen, welche man ſonſt auf eine ganz andere Art zu erklären ſuchte. So läßt es ſich nunmehr begreifen, warum verſchiedene Subſtanzen, die alle einerley Temperatur zeigen, beym Anfühlen ungleichförmig warm zu ſeyn ſcheinen. Daher macht man hölzerne Stiele an eiſerne oder ſtählerne

Inſtru-

Instrumente, welche beym Gebrauche sich leicht erhitzen, u. s. f.

Specifische Wärme.

Auf die wichtige Lehre der specifischen Wärme hätte schon der Versuch des Herrn Boerhaave (Th. V. S. 47.) leiten können. Auch aus Herrn de Lüc's Versuche, welchen er im Winter von 1754 bis 1755 anstellte, ließ sich darauf schließen. Er ließ nämlich Wasser in Trinkgläsern gefrieren, in welche er Thermometer gestellt hatte, deren Kugeln folglich mit Eis umgeben wurden. Indem er nachher diesen kleinen Apparat ans Feuer brachte, so stiegen die Thermometer bis zum Augenblicke des Schmelzens des Eises, und blieben dabey so lange stehen, als das Eis völlig geschmolzen war [t]). Auch hat wirklich nachher Herr de Lüc den ersten Gedanken von der specifischen Wärme mit ausdrücklichen Worten geäußert. Er bemerkt im Jahre 1772., daß er Gleichheit der Wärme in Körpern von verschiedener Temperatur für nichts anders halte, als für eine gleiche Abneigung, Feuer aus sich zu lassen, oder neues aufzunehmen [u]). Beynahe zu gleicher Zeit mit Herrn de Lüc machte D. Black zu Edinburgh dieselbe Entdeckung, welche er im Jahre 1757., ohne sie jedoch öffentlich bekannt zu machen, in seinen Vorlesungen vortrug. Er bestimmte nämlich durch einen Versuch, den nachher Crawford angeführt hat, daß eine Eismasse von 32° Fahrenh. mit einer gleichen Masse Wasser von 172° vermischt ganz schmelze, und die Mischung doch nur die Temperatur von 32° behalte, daß mithin 140° Wärme

t) Untersuchung. über die Atmosphäre. Th. I. §. 438. e. g.

u) Ebendas. Th. II. §. 973.

me bloß aufs Schmelzen verwendet, und im flüſſigen Waſſer gebunden werden.

Alle dieſe Erfahrungen blieben aber doch noch gegen 20 Jahre unbenutzt, bis endlich im Jahre 1772 Herr Wilke x), ohne von den angeführten Wahrnehmungen etwas gewußt zu haben, zuerſt die Geſetze der Vertheilung freyer Wärme unter verſchiedene Stoffe genau unterſuchte, und den Begriff der ſpecifiſchen Wärme feſtſetzte. Es war nämlich in dieſem Jahre viel Schnee auf einen kleinen Gartenplatz gefallen, und man hatte verſucht, ihn durch Schmelzen mit heißem Waſſer los zu werden; wider Vermuthen ging aber dieß ſo langſam von ſtatten, daß man keinen Nutzen davon hatte. Dieß veranlaßte Herrn Wilke, zu muthmaßen, es möchte etwa ein unbekannter Umſtand dabey zum Grunde liegen, und das Schmelzen des Schnees möge ſich nicht nach den Geſetzen richten, die man ſonſt, bey Vertheilung der Wärme unter verſchiedene Körper, beſonders Waſſer, beobachte. Er glaubte anfänglich vermöge der Richmanniſchen Regel ſchließen zu dürfen, daß Schnee, als gefrornes Waſſer, ſich eben ſo wie eiskaltes Waſſer verhalten werde, um warmes Waſſer abzukühlen, und ſelbſt einen proportionirten Theil der Wärme annehmen werde. Der Verſuch fiel aber ganz anders aus. Das eiskalte Waſſer ließ, mit gleich viel 68 Grad warmes Waſſer vermiſcht, der Regel gemäß 34 Grad, aber eben ſo viel Schnee (dem Gewichte nach) nahm nicht nur alle dieſe Wärme hinweg, ſondern blieb auch guten Theils ungeſchmolzen in der Miſchung zurück, in

x) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXXIV. S. 93. d. d. Ueberſ.

in welcher das Thermometer auf o oder auf den Eispunkt gefallen war. Dieses traf bey mehreren Proben jederzeit ein, allemal ging ein beträchtlicher Theil der Wärme verloren. Der Rest in der Mischung richtete sich sowohl nach der Menge des Schnees, als nach der Wärme des Wassers, worin er gebracht wurde; er suchte daher das Gesetz dieses Verhaltens, oder eine Regel, nach welcher man die Wärme der Mischung, oder den Grad des Thermometers in allen Fällen voraus wissen könnte.

Zu dem Ende vermischte er Schnee in verschiedenen Verhältnissen mit warmem Wasser von verschiedenen Temperaturen, und trug dabey die größte Sorgfalt, daß so wenig, als nur möglich, Wärme verloren ging. Seine Versuche gaben ihm folgendes Resultat: Wärme in einer Mischung von Wasser und Schnee wird nicht, wie in einer Mischung von Wasser mit Wasser, ohne Verlust vertheilt, sondern es geht allemal eine gewisse und beständige Größe davon verloren, welche zu dem 72° des Celsiusschen Thermometers gehört. Diese 72 Grade werden nämlich zum Schmelzen des Schnees verbraucht, nachher verhält sich der Schnee wie eiskaltes Wasser, und verstattet der übrigen Wärme, sich gleichförmig durch die ganze Masse zu vertheilen. Hat also eine Menge Wasser 72 Grad Wärme, und wird gleich viel Schnee dazugethan, so wird alle diese Wärme weggenommen, und die Mischung wird eiskalt. Ist des Wassers Wärme 98 Grad, so gehen nur 72 Grad verloren, und der Rest 26 wird in zwey gleiche Massen vertheilt; es bleiben also in der Mischung nur 13 Grad übrig. Hätten 3 Theile Wasser 40 Grad

Wärme,

Wärme, ſo nähme ein Theil Schnee davon 72 Grade; die übrige Wärme $120 - 72 = 48$ würde in 4 gleiche Maſſen vertheilt, und in der Miſchung kämen 12 Grad.

Man ſetze alſo überhaupt die Schneemaſſe $= n$, die Waſſermaſſe $= m$, und deſſen Wärme nach dem Thermometer $= c$, ſo iſt der Miſchung Wärme $= \frac{m.c - 72.n}{m + n}$. Dieſe Regel hat nach Wilken's Verſuchen jederzeit mit ſehr vieler Genauigkeit zugetroffen.

Wenn mc größer als $72\,n$ iſt, ſo behält die Miſchung einige Wärme; iſt aber $mc = 72\,n$, ſo wird die Wärme $= o$, und die Miſchung eiskalt. Wenn daher mc kleiner als $72\,n$ iſt, ſo müßte der Werth negativ werden, oder die Miſchung müßte noch unter dem Eispunkte abgekühlt werden, das Waſſer würde mit dem Schnee zu Eis, oder wenigſtens fiele das Thermometer darin unter o. Allein dieß ereignet ſich nie, ſondern die Miſchung, ſo viel oder ſo wenig Schnee man auch hinzu thut, hält ſich allemal beym Eispunkte. Hieraus ſcheint zu folgen, daß dieſer Mangel beym Schnee etwas abſolutes iſt, das nicht weiter wirkt, als daß Schnee wirklich von Wärme in Waſſer zergeht, aber nicht, wie Kälte, etwas demjenigen, was wir Wärme nennen, entgegengeſetztes iſt, oder in Abſicht auf die Wärme etwas negatives, ſondern ein wirkliches o. Die wirkliche Kälte des Schnees aber, als negativ gegen die Wärme, ſcheint die zu ſeyn, die er in kälterer Luft erhält und dadurch zeigt, daß das Thermometer unter o fällt. Denn wenn ein ſolcher Schnee in eiskaltes Waſſer geworfen wird, ſo entſteht darin bald Eis.

Da

Da in den bisherigen Versuchen der Schnee allemal schmolz, und seine sonderbare Kälte zeigte, wenn ihn warmes Wasser unmittelbar berührte, so wollte er nun auch versuchen: ob das warme Wasser hiezu etwas beytrüge, oder ob Schnee aus andern oder festen Körpern eben die 72 Grad Wärme zum Schmelzen nöthig habe, ohne davon wärmer zu werden. Zu dieser Absicht wog er in 2 gleich weiten, gleich hohen, und gleich schweren blechernen Cylindern gleich viel eiskaltes Wasser in den einen, und weichen Schnee in den andern. Beyde wurden auf einmal in ein Castrol mit Wasser gesetzt, das sich über dem Feuer in vollem Kochen befand. Das Thermometer ward in den einen Cylinder mit Wasser gebracht, und fing gleich an zu steigen, indem der Schnee im andern zusammensank. Sobald das Thermometer im Wasser 72 Grad erreicht hatte, ward die Büchse mit Schnee vermittelst eines Fadens aus dem kochenden Wasser gezogen, und in freyer Luft aufgehangen, alsdann das Thermometer hineingebracht. Es sank da bis auf 2 Grad; als aber der noch übrige Schnee zergangen war, sank es völlig bis an den Eispunkt, und blieb da stehen. Nahm er die Schneebüchse eher heraus, als das Thermometer in der Wasserbüchse 72 Grad zeigte, so blieb viel Schnee ungeschmolzen, verzog er länger, so schmolz aller Schnee, und das Wasser behielt einen Ueberschuß an Wärme. Da nun hier kein Wasser zum Schnee kam, als sein eigenes, so wirkte auch hier nur die Wärme, die von außen durchs Blech drang. Nun hätten zwey gleiche Massen, eine von Schnee, die andere von Wasser, in gleicher Wärme, in gleicher Zeit, gleich viel Wärme bekommen, also auf einmal 72 Grad erreichen sollen. Als aber das Wasser diesen Grad wirklich erreicht hatte, schien der Schnee noch

nicht

nicht die geringſte Wärme erhalten zu haben. Demnach ſind die 72 Grad Wärme, die er von außen vom kochenden Waſſer nothwendig bekommen hat, allein angewandt worden, ihn zu ſchmelzen, ohne daß ſeine Maſſe am Thermometer eine Spur davon zeigte, völlig wie es ſich findet, wenn man 72 Grad kaltes Waſſer mit Schnee vermiſcht, da ſich die Miſchung eben ſo eiskalt findet, als der Schnee ſelbſt.

Hieraus ſcheint Herrn Wilke umgekehrt zu folgen: Waſſer, aus dem dieſer Schnee oder Eis durchs Gefrieren entſtanden iſt, hat zuvor dieſe ihm mangelnde Wärme verloren oder von ſich gegeben, nämlich ſo viel Wärme, als zu 72 Graden gehört; und wenn ſolche in gleich viel anderes eiskaltes Waſſer geſammelt würden, müßte davon eine Wärme von 72 Graden entſtehen, ohne daß dieſer Verluſt in dem entſtandenen Eiſe zu merken wäre, dieß müßte zugleich mit dem Waſſer den Eispunkt zeigen, und erſt von neuer Kälte kälter werden.

Um dieſe Erſcheinungen genügend einzuſehen nimmt Herr Wilke an, daß hiebey eine feine flüſſige Materie, die er Feuermaterie nennt, im Spiele ſey. Von dieſer Materie behauptet er, daß ſelbige ſowohl feſte als flüſſige Körper anziehen oder ihre feſten Theile eine Attraction gegen dieſelbe ausüben; dieſe Materie gehe ſo in die Zwiſchenräume der Körper, umgebe der Theile äußere Flächen, und belade dieſelben. Die Waſſertheile ſeyen bey dem ſogenannten Froſtpunkte überall mit einer gewiſſen Menge ſolcher Materie umgeben, welche ſie von einander ſondere, und ihre Flüſſigkeit noch unterhalte. Mehr davon breite das Waſſer in einen größern Raum aus, und zeige ſich durchs Steigen des Thermometers; weniger verurſache,

ursache, daß die Wassertheile einander unmittelbar berührten, ihre Oberflächen zusammenhiengen, und eine dichte Masse ausmachten. Die Härte des Eises zeige hinlänglich, daß die Theile des Eises in viel Punkten sich berührten.

Daß das Wasser beym Abkühlen sein Feuer (Wärme) verliert, und davon in einen engern Raum zusammengeht, zeigte Wilke durch folgenden Versuch: er hieng zwey Thermometer, eins mit Quecksilber, das andere mit Wasser gefüllt, an zarten Fäden in ein hohes Glas mit Wasser, welches er in eine kalte und stille Luft an einen Ort, wo das Thermometer 10 Grad unter Null zeigte, stellte. Beyde Thermometer fielen nach und nach, als das Wasser kälter ward, und kamen endlich beyde auf einmal an den Eispunkt. Hier blieb das Wasserthermometer stehen, und begab sich endlich ein wenig wieder rückwärts hinauf, indem das Queckſilber fortfuhr bis 6 Grad unter o zu fallen, aber das Wasser im großen Glase stand ganz ungefroren. Hierauf wurde das Glas behutsam in eine Mischung von Schnee und Salz gesetzt, wodurch vom Boden auf ein schönes Blätter- und Sterneis entstand. Sobald dieß an das Thermometer reichte, verursachte es einen schnellen Eiswuchs, welcher der Skale folgte und sie umgab, und endlich bis an die Wasserfläche hinaufstrat, wobey auch zugleich das Queckſilber in dem einen aufstieg, das Wasser in dem andern aber wieder bis an den Eispunkt niederfiel, da beyde nachher unbeweglich stehen blieben, indem die Wassermasse zu dichtem Eise zusammenfror, innerhalb welchem das Wasserthermometer bisher allemal ungefroren gefunden ward.

Aus diesen gemachten Entdeckungen sucht nun Herr Wilke zu zeigen, wie die meisten Salzarten das Wasser, in welchem sie zergehen, abkühlen, und auf welche Art die beträchtliche Kälte, welche alle Salze bey der Vermischung mit Schnee oder zerstoßenem Eise hervorbringen, entstehe. Merkwürdig sey, daß die festen Salze mit Schnee ihre Kraft nicht ausüben, bis sie zu schmelzen anfangen, und mit einander aufgelößt werden. Sobald dieß aber erfolge, so entstehe eine heftige Kälte, indem die Mischung aus den umliegenden Körpern alles Feuer an sich ziehe, das sowohl der Schnee, als die Salztheile nöthig hätten, flüssig zu werden.

Aus denselben Gründen erkläre es sich, wie durch wiederholtes Zugießen flüssiger Geister in Schnee das Thermometer so weit abgekühlt werden könne, daß selbst das Queckſilber gefriere.

Auch sey der bekannte und allemal sehr schwer zu erklärende Versuch nicht größern Schwierigkeiten unterworfen, da eiskalter Salpetergeist in eiskaltem Wasser Wärme mache, aber in fast gleich kaltem, oder weichem Schnee heftige Kälte. Hiebey werde nämlich das Feuer vom Wasser abgesondert, welches es beym Gefrieren hätte verlieren sollen, aber die Eistheile würden auf einmal geöffnet, den Mangel einzunehmen, den sie nun als Wasser bedürften.

Dieselben Entdeckungen hat auch Herr Black, wie oben schon bemerkt worden, gemacht, und zwar noch vor Herrn Wilke; allein sie sind erst im Jahre 1772., nachdem Wilke seine schon bekannt gemacht hatte, und besonders durch Crawford's darauf gebaue-

bauete Theorie bekannt geworden y). Seine Erfahrungen, die er machte, sind folgende:

1. Man nehme Schnee oder Eis, dessen Kälte unter 32° nach Fahrenh. oder unter o nach Reaum. ist, und bringe es in eine Wärme, welche mehr als zulänglich ist, es zu schmelzen; das Thermometer wird die vermehrte Wärme merklich anzeigen, bis es auf 32° steht; dann wird das Eis oder der Schnee zu schmelzen anfangen; aber das Wasser, worin es zerfließt, wird das Queckſilber nicht über den Frostpunkt hinauftreiben, bis alles zusammen geschmolzen ist; alsdann wird aber das Thermometer jeden Punkt der vermehrten Wärme anzeigen, und man wird es bald die Wärme annehmen sehen, welche die es umgebenden Körper haben.

Aus diesem Versuche scheint zu folgen, daß das Eis nicht aufgehört hat, Wärme anzunehmen, so lange das Queckſilber im Thermometer auf einen festen Punkt blieb; diese Wärme konnte aber bey ihrem Aufsteigen nicht merklich seyn, weil das feste Eis einen Theil in sich schluckte, um zu Wasser zu werden; und da der verschluckte Theil demjenigen gleich war, welchen die das Wasser umgebenden Körper mittheilten, so mußte während dieser Zeit der Stand des Queckſilbers im Thermometer gleich bleiben.

2. Man nehme Wasser, dessen Wärme über 32° nach Fahrenh. ist, und bringe es in eine Kälte, die strenger ist, als zum Gefrieren nöthig wäre. Der Wärmemes-

y) *Rozier* observations &c. second. an. Tom. II. P. I. Paris 1774. 8. p. 156 — 166. übers. in Crells neuest. Entdeck. der Chemie. B. IX. S. 218 f.

memeſſer wird die verſchiedenen Stufen der Erkältung in dem Waſſer anzeigen, bis das Queckſilber auf 32° ſteht; auf dieſem Punkte wird es bleiben, bis das Waſſer ganz gefroren iſt; eben ſo gewiß iſt es, daß während dem Gefrieren alle Körper um das Waſſer herum nach und nach einige Grade der Wärme verloren haben werden.

Dieſer Verſuch iſt das Gegentheil des erſtern: alle Wärme, welche das Eis eingeſchluckt hatte, um zu Waſſer zu ſchmelzen, tritt in dieſem letztern Falle heraus, damit das Waſſer zu Eis werde. Die Entwickelung und Zerſtreuung der Wärme geſchieht alſo in einem gleichen Verhältniß, als ihr Eintritt in die Körper, welche ſie durchdringt; in beyden Fällen muß das Queckſilber im Thermometer Einen Standpunkt behalten.

3. Nimmt man ſtatt des Waſſers Salz und Waſſer, oder ſetzt dem Waſſer einen andern Körper zu, welcher ſein Gefrieren hindert, und ſtellt das Gemenge, wie beym zweyten Verſuche; ſo wird das mit Salz geſchwängerte Waſſer, nachdem das Queckſilber auf 32° ſteht, immer noch ſtufenweiſe kälter werden, bis es ſeinen eigentlichen Gefrierpunkt erreicht. Das Queckſilber im Thermometer wird die ganze Zeit über, die zu dieſem Gefrieren erfordert wird, auf einem Punkte bleiben.

4. Waſſer in ein wohl zugeſtopftes Gefäß, z. B. in eine Glaskugel eingeſchloſſen, friert oft in einer Kälte unter 32° nach Fahrenheit; eröffnet man das Gefäß, oder ſchüttelt man das Waſſer, ſo gefriert es plötzlich, und treibt in demſelben Augenblick das Queckſilber im Thermometer auf 32°.

Dieſe

Diese beyden letzten Versuche zeigen, daß, was das Gefrieren des Wassers aufhält, auch die Zerstreuung seiner innerlichen Wärme aufhält; sie beweisen, daß zum Gefrieren nothwendig alle diese Wärme zerstreuet seyn müsse.

5. Man mische Wasser von verschiedenem Wärmegrade in gleicher Menge unter einander; der Grad der Wärme, welchen das Thermometer anzeigt, wird immer der mittlere zwischen den beyden äußersten seyn; mischt man hingegen Schnee unter Wasser, so wird es sich nicht so verhalten, sondern der Grad der Wärme, welchen das Thermometer anzeigt, wird unter dem mittleren seyn.

Die Flüssigkeit mag nun dem Eise durch Schmelzen, oder durch eine Art von Auflösung verschafft werden, so muß nothwendig ein gewisses Maaß von Wärme verborgen und eingeschluckt seyn, so daß es das Thermometer nicht verändern kann. Alles dieß schränkt sich nicht allein auf Eis ein: Glauber-Salz und anderes Salz lösen sich im Wasser auf; so wie sie flüssig werden, schlucken sie eine Menge empfindbarer Wärme in sich; man sagt dann: sie erzeugen Kälte; schüttelt man eine Auflösung von Glauber-Salz, so gerinnt sie und während dieses Gerinnens verliert sie die innere und verborgene Wärme, welche sie enthält; man sagt: sie erzeuge Wärme.

Hieraus lassen sich nun folgende Schlüsse ziehen: Alle Körper schlucken ein gewisses Maaß von Wärme in sich, wenn sie aus dem festen in den flüssigen Zustand übergehen; und dieser eingeschluckten Wärme muß man ihre Flüssigkeit zuschreiben.

Kehren ſie wieder von dem flüſſigen in den feſten Zuſtand zurück; ſo verlieren ſie auf eine merkliche Art von dieſer verborgenen Wärme, welche ihre Flüſſigkeit verurſacht, und dieſer Verluſt macht ſie feſt.

Es gibt alſo in allen Flüſſigkeiten eine gedoppelte Wärme; eine empfindbare und eine verborgene; die erſtere wirkt auf die Flüſſigkeit im Thermometer, welche ſie ausdehnt: die andere offenbart ſich nur dadurch, daß ſie z. B. Eis oder Schnee wieder flüſſig macht.

Alſo findet dieſes Einſchlucken der Wärme nicht bloß bey dem Uebergange eines feſten Körpers in einen flüſſigen ſtatt, denn das Waſſer, welches bis 212° nach Fahrenh. warm iſt, ſchluckt noch eine ungeheure Menge aus den uns umgebenden Körpern ein, und verwandelt ſich dadurch in elaſtiſchen Dampf.

Der elaſtiſche Dampf ſcheint bey der Prüfung mit dem Thermometer nicht heißer, als kochendes Waſſer; inzwiſchen wird 1 Pfund Dünſte, wenn es durch den Helm zu dem Waſſer im Kühlfaſſe kommt, ihm mehr Wärme mittheilen, als das gleiche Gewicht kochenden Waſſers.

Beſtimmt man die Menge der empfindbaren Wärme, welche eingeſchluckt wird, um das Waſſer flüſſig zu machen, ſo kann man folgenden Verſuch anſtellen.

6. Man bringe eine Menge Waſſer, welches ſo eben aufgethauet iſt, und eine Menge Schnee, der ſo eben aufthauen will, an einen warmen Ort; das Waſſer wird merklich von Minute zu Minute, und von Stunde zu Stunde mehr Wärme annehmen; hingegen der Schnee keine, bis er geſchmolzen iſt; dieſer

ser Versuch ist untrüglich; und setzt man die Menge der von dem Wasser in einer gegebenen Zeit eingeschluckten Wärme fest, so kann man die Menge berechnen, welche eingeschluckt wird, um es flüssig zu machen.

In einem andern Aufsatze [2]) suchte nun Herr Wilke eine Methode festzusetzen, nach welcher die Vertheilung der Wärme in den verschiedenen Körpern bestimmt gefunden werden könnte. Er glaubte, daß hiezu nichts weiter nöthig wäre, als durch Versuche auszumachen: wie viel schmelzender Schnee erfordert werde, verschiedene Körper von gewissen Graden der Wärme bis zur Eiskälte abzukühlen. Alsdann muß sich alle Wärme, welche der Körper verliert, in dem geschmolzenen Schneewasser finden, indem man die Menge der Wärme aus der Menge des geschmolzenen Schneewassers weiß. Er bemühete sich, diesen Gedanken auszuführen, allein im Anfange stieß er dabey auf verschiedene unerwartete Hindernisse. Wie er auch den Versuch anstellte, er mochte Schnee an den Körper legen, oder den Körper auf den Schnee, so zog sich allemal das aufgelößte Schneewasser so schnell in den übrigen Schnee, daß es schwer, wo nicht unmöglich war, mit gehöriger Genauigkeit zu wissen, wie viel Schnee eigentlich im Wasser zerging; wollte man diesem dadurch abhelfen, daß man kleinere Portionen nach einander schmelzte, so ward der Ausschlag unzuverlässiger, weil so viel Zeit verstrich und Wärme verloren ging. Diesen ersten Gedanken des Herrn Wil-

2) Neue Schwedische Abhandlungen. B. II. S. 49. der deutsch. Uebers.

Wilke haben in der Folge die Herren Lavoiſier und la Place durch die Vorrichtung, die ſie Calorimètre nannten, ausgeführt, wie weiter unten erzählt werden ſoll. Da alſo Herr Wilke kein unmittelbares Maaß mit Bequemlichkeit zu ſeiner Abſicht finden konnte, ſo dachte er nun auf eine Methode, welche mehr indirekt, und doch leichter wäre, das zu finden, was er ſuchte, und hiezu gab ihm das genugſame Anleitung, daß er die beſtändige Proportion des Schnees gefunden hatte, der in warmem Waſſer bey ungleichen Graden der Wärme ſchmilzt. In dieſer Abſicht wog er eine eiskalte Maſſe Waſſer ab, ſo ſchwer als der Körper ſelbſt, ſenkte den Körper, der auf einen gewiſſen Grad, beſonders den von 72, erwärmt war, hinein, und erforſchte mit dem Thermometer die Wärme der Miſchung. Dann berechnete er nach Richmann's Regel, wie viel gleich warmes Waſſer nöthig wäre, der Miſchung mit dem eiskalten Waſſer eben den Grad zu geben, und ſodann hieraus nach ſeiner eigenen Regel, wie viel Schnee erfordert wird, die Wärme gänzlich wegzunehmen. Das ſolchergeſtalt gefundene Schneegewicht ließ ſich ſicherer abwiegen, und die Probe damit theils in der Miſchung, theils an dem Körper ſelbſt unmittelbar anſtellen.

Auf ſolche Weiſe verſicherte ſich nun Herr Wilke durch Verſuche mit mancherley Materien, daß die Menge des Feuers bey ſeiner Vertheilung in verſchiedenen Körpern ſich im Allgemeinen weder nach Raum allein, noch nach Dichtigkeit und ſpecifiſchem Gewichte richte; ſondern daß jede Materie, nach ihrer beſondern eigenen und gewiſſen und beſtändigen Anziehung, Geſetze und Proportionen, Feuer und Wärmematerie annimmt, zurückhält und mittheilt. Die Menge hievon,

hievon, in Vergleichung mit andern Körpern, und besonders dem Wasser, glaubte nun Herr Wilke mit eben dem Rechte specifische Wärme des Körpers zu nennen, wie sein Gewicht mit dem Gewichte eines andern Körpers von gleichem Volumen specifisches Gewicht heißt.

Um aber bey dieser Vergleichung allen Zweydeutigkeiten auszuweichen, macht Wilke einen Unterschied zwischen der specifischen Wärme, die er der Materie des Körpers selbst als einer Grundmaterie zuschreibt, und derjenigen Wärme, welche dem ganzen Körper zukommt, in so fern er aus dieser Grundmaterie bestehend einen gewissen Raum einnimmt. Er unterscheidet demnach die Fähigkeit der Körper, Wärme aufzunehmen und herzugeben, in so fern sie den Körpern überhaupt ohne Rücksicht auf ihr Volumen eigen ist, und in so fern dabey ihr Volumen oder Größe betrachtet wird. Die Bestimmung des Verhältnisses der Körper in Hinsicht des erstern nennt er eben specifische Wärme, in Rücksicht des andern aber relative Wärme.

Herr Wilke stellte seine Versuche auf folgende Art an:

1. Der Körper, dessen Wärme man erforschen will, wird genau abgewogen,

2. alsdann wird er an einem Faden in eine hohe blecherne Büchse A hinabgelassen, welche voll kochenden Wassers ist, und vermittelst eines empfindlichen Thermometers die Wärme des Körpers erforscht.

3. Nun wiegt man in einer andern blechernen Büchse B so viel eiskaltes Wasser ab, als des Körpers Gewicht beträgt.

4. Nach Beendigung dieſes Abwägens zieht man den Körper ſchnell aus dem warmen Waſſer in A, und ſenkt ihn in das eiskalte in B, läßt ihn auch da an ſeinem Faden hängen, ohne den Boden und die Wände zu berühren.

5. Hiernächſt wird ein empfindliches Thermometer in dieſe Miſchung gelaſſen, und der Grad bemerkt, nachdem das obere und untere Waſſer mit dem Körper einerley Wärme erhalten hat.

6. Dieſen Verſuch wiederholt man, ſo oft es die Wärme des Waſſers in der Büchſe A zuläßt, und unterſucht dabey zugleich des Körpers ſpecifiſches Gewicht in eben dem Waſſer bey verſchiedener Wärme.

Es ſey alſo die Wärme des Körpers beym Herausziehen aus der erſten Büchſe A nach dem ſchwed. Thermometer $= c$, der Grad der Miſchung in der Büchſe B, nachdem Körper und Waſſer einerley Temperatur erhalten haben, $= N$, der Grad der Wärme, welchen die Miſchung in B erhält, wenn man ſtatt des Körpers aus A eine gleich ſchwere Waſſermaſſe, ſo warm als der Körper, zum eiskalten in B ſchüttet, nach der Richmann'ſchen Regel

$$x = \frac{MC + mc}{M + m}, \text{ wo } M = m \text{ und } c = o \text{ geſetzt}$$

$x = \frac{1}{2}c$ gibt, alſo ſo groß, als die Hälfte der Wärme des Waſſers oder des Körpers in der Büchſe A.

Nun wiegen das eiskalte Waſſer in B, und der Körper ſelbſt, gleichviel, mithin verhalten ſich ihre Räume verkehrt, wie die ſpecifiſchen Gewichte. Wenn alſo zu dem eiskalten Waſſer in B ſtatt des Körpers ſelbſt Waſſer aus A käme, welche dieſelbe Wärme beſitzt, und denſelben Raum einnähme als der Körper,

ſo

so muß sich der Raum des eiskalten Wassers zu dem Raume des warmen Wassers aus A wie des Körpers specifisches Gewicht zu dem des Wassers verhalten, und eben so verhalten sich die Massen oder Gewichte dieses Wassers. Sind also die Massen = M und m, des Körpers specifisches Gewicht = g, so ist

$$m : M = 1 : g;\ \text{also}\ m = \frac{M}{g},\ \text{und}$$

wenn man die Masse des kalten Wassers, oder des Körpers Gewicht = 1 setzt, $m = \frac{1}{g}$. Diese Werthe in die Formel der Richmannschen Regel gesetzt, wo $M = 1$, $C = o$; $m = \frac{1}{g}$ wird, gibt für

$$x = \frac{c}{g + 1}\ \text{d. h.}$$

der Grad der Mischung wird gefunden, wenn man den Grad Wärme c durch des Körpers specifischem Gewichte um Eins vermehrt dividirt.

Endlich sucht man die Menge des Wassers aus A, welches mit dem Körper einerley Wärme hat, die nach Verhältniß des Körpers oder des kalten Wassers in B erfordert wird, damit in der Mischung eben der Grad Wärme N entsteht, welchen der Körper selbst erhalten hat. Zu diesem Ende braucht man nur in der Richmannschen Regel $x = N$, $M = 1$ und $C = o$ zu setzen, und man hat

$$\frac{mc}{1 + m} = N,\ \text{also}$$

$$N + mN = mc,\ \text{oder}\ N = m(c - N)\ \text{und}$$

$$m = \frac{N}{c - N}$$

und

und dieſer Ausdruck gibt die ſpecifiſche Wärme des eingetauchten Körpers an.

Herr Wilke zog aus ſeinen Verſuchen folgende Schlüſſe:

1. Die proportionirliche Menge des warmen Waſſers, die eiskaltem Waſſer ſo viel Wärme gibt, als der Körper, fand ſich bey allen ungleichen Graden der Wärme beynahe immer gleich und beſtändig. Es ward z. B. allemal $\frac{1}{19}$ vom Gewicht des Goldes erfordert, ſowohl bey 73 als bey 35 Grad Wärme. Folglich iſt die ſpecifiſche Wärme der Materie des Körpers oder der Theilchen immer einerley, und unverändert dieſelbe, wie auch die Menge der abſoluten Wärme in den Körpern nach den Graden des Thermometers abgenommen oder zugenommen hat.

2. Daß jede Materie, aus welcher Körper beſtehen, ihr beſonderes eigenes, ſpecifiſches und beſtändiges Vermögen hat, die Feuer- und Wärmematerie, oder die abſolute Wärme, nach gewiſſer Menge und Verhältniß anzunehmen, zu behalten, und wieder mitzutheilen.

Die relative Wärme erhält man, wenn die ſpecifiſche Wärme mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Körpers multiplicirt wird; ſie iſt alſo $= \frac{N}{c - N} \cdot g$.

Faſt dieſelbe Methode gebrauchten die Herren Black und Irwine, nur war ſie abgekürzter und auf eine eigene Betrachtung gegründet. Setzt man nämlich die Maſſen zweyer Subſtanzen M und m, ihre Temperaturen C und c, die Wärmemengen, welche jeder Subſtanz zugeführt werden müſſen, um ihre

Tem-

Temperatur um 1 Grad zu erhöhen, μ und ν, und die Temperatur ihrer Mischung $= x$, so wird der wärmere Körper, der um $C - x$ Grade erkaltet wird, und für jeden Grad μ verliert, in seiner ganzen Masse zusammen $M\mu (C - x)$ verlieren; dagegen wird der kältere, welcher um $x - c$ Grade erwärmt wird, und für jeden Grad ν Wärmemengen erhält, in seiner ganzen Masse m zusammen $m\nu (x - c)$ gewinnen. Nun wird aber vorausgesetzt, daß gar keine freye Wärme verloren gehe, sondern vielmehr die Wärmemengen vor und nach der Mischung sich gleich bleiben; woraus also folgt, daß der Verlust des wärmern Körpers genau so groß seyn müsse, als der Gewinn an Wärme, den der kältere erhält; folglich ist

$$M\mu (C - x) = m\nu (x - c), \text{ und}$$
$$\mu : \nu = m (x - c) : M (C - x).$$

Könnte man ferner annehmen, daß μ und ν für einen jeden Grad gleich viel betragen, so würden die Wärmemengen, welche nöthig wären, um die Temperatur beyder Körper gleich viel zu ändern, oder ihre specifische Wärme, in dem Verhältnisse $m (x - c) : M (C - x)$, und wenn die Massen M und m gleich sind, in dem Verhältnisse

$x - c : C - x$ seyn, d. h.

Die specifischen Wärmen zweyer Körper von gleichen Massen sind im verkehrten Verhältnisse des Unterschieds zwischen der freyen Wärme ihrer Mischung (x) und der freyen Wärme eines jeden vor der Mischung (C und c) [a]).

Wird

a) *Magellan* essay sur la nouvelle theorie du feu élementaire et de chaleur des corps. à Lond. 1780. 4.

Wird die ſpecifiſche Wärme des Waſſers = 1 geſetzt, ſo erhält man für jede Subſtanz, wenn die andere, das Waſſer, von der Temperatur c iſt, die ſpecifiſche Wärme = $\frac{m\,(x-c)}{M\,(C-x)}$, die relative = $\frac{m\,(x-c)}{M\,(C-x)}$. g. Nimmt man nun nach Wilkens Methode die Temperatur c = o, und die Maſſen M und m einander gleich, ſo verwandelt ſich dieſer Ausdruck in

$\frac{x}{C-x}$, wie Wilke gefunden hat.

Black und Irwine miſchten ein Quartier ſiedendes Waſſer mit einem Quartier eiskaltes Queckſilber, und fanden die Temperatur der Miſchung 140° Fahrenh. = x. Da hier alſo die Maſſen ungleich ſind, und das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers 14 mal größer als das des Waſſers iſt, ſo iſt M = 14, und m = 1. Alſo wird das Verhältniß der ſpecifiſchen Wärme des Queckſilbers und des Waſſers
1.(140 — 214):14 (32 — 140) = 72:14.108
= 1:21.
Dieſen Verſuch ſollen die Herren vor Wilken zu Glasgow gemacht haben.

Nach dieſen Grundſätzen hat man die ſpecifiſchen Wärmen mehrerer ungleichartiger Subſtanzen unterſucht, und die Reſultate derſelben in Tabellen gebracht. Einer von den erſten, welcher mit vieler Sorgfalt die ſpecifiſche Wärme verſchiedener Körper zu beſtimmen geſucht hat, war Crawford [b]). Er nannte ſie com-

b) Verſuche und Beobachtungen über die thieriſche Wärme und die Entzündungen brennbarer Körper mit Morgau's Erin-

comparative Wärme, Capacität für Wärme. Noch mehr beschäftigte sich aber Kirwan mit diesem Gegenstande, und brachte zuerst die Resultate in eine vollständige Tabelle, welche er seinem Freunde Magellan mittheilte, der sie in der angeführten Schrift bekannt machte. Eine noch vollständigere Tabelle findet sich beym Bergmann[c]), und aus selbigem beym Baader[d]). Die Herren Lavoisier und la Place[e]) haben die Angaben der Tabellen noch mehr zu berichtigen gesucht. Diese Herren bemerken zuförderst ganz richtig, daß die Methoden der Herren Wilke und Black in der Ausübung einer Menge Unbequemlichkeiten unterworfen sind, welche merkliche Irrungen in den Ausschlägen bewirken können. Die Mengung der Stoffe, deren specifisches Gewicht verschieden ist, z. B. des Wassers und Queckſilbers, ist so schwer zu verrichten, daß man versichert seyn kann, daß alle ihre Theile den nämlichen Grad der Wärme besitzen; dann muß man auch Rücksicht auf die Wärme nehmen, welche durch die Gefäße und die Atmosphäre entzogen wird, während der Wärmegrad des Gemenges zur Einförmigkeit gelangt, welches eine schwierige Rechnung erfordert. Man kann überdem die Stoffe, welche eine chemische Wirkung auf einander äußern, auf diesem Wege nicht geradezu mit einander vergleichen, sondern muß sie alsdann

Erinnerungen wider die Theorie des Herrn Crawford's. Leipz. 1785. 8.

c) De attract. electr. in opuscul. Vol. III. p. 437.

d) Vom Wärmestoff. S. 129 f.

e) Mémoir. sur la chaleur in den mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. à Paris 1780. p. 355 sq. Lavoisier physikal. chemische Schriften durch Weigel. B. III. S. 292 f.

dann mit einem dritten Stoffe vergleichen, auf welchen ſie keine Wirkung äußern, und gibt es keinen ſolchen Stoff, ſo muß man ſie mit zweyen oder wohl gar mit mehreren vergleichen, welches mit der Vervielfältigung der durch einander zu beſtimmenden Verhältniſſe die Irrungen der Ausſchläge vervielfältigt. Ferner würden dieſe Methoden beynahe unanwendbar ſeyn, wenn man die durch dieſe Verbindungen bewirkte Kälte oder Wärme wiſſen wollte, und ſie ſind durchaus unzureichend, diejenigen, welche das Verbrennen und das Athmen entbinden, zu beſtimmen.

Alle dieſe Schwierigkeiten haben die Herren Lavoiſier und la Place auf eine ſinnreiche Art größtentheils durch die Erfindung ihres Calorimeters aus dem Wege geräumt. Dieſe lateiniſch griechiſche Benennung entſchuldigen ſie damit, daß es bey wiſſenſchaftlichen Gegenſtänden erlaubt ſey, die Reinigkeit der Sprache zu verletzen, wenn auf ſolche Art die Begriffe eine größere Deutlichkeit erhielten. Die Einrichtung dieſes Calorimeters gründet ſich auf folgende Grundſätze. Wenn man einen Körper, der eine Temperatur von 32° Fahrenh. hat, einer Temperatur von 88° ausſetzt, ſo erwärmt ſich derſelbe allmählig an ſeiner Oberfläche nach ſeinem Mittelpunkte zu, bis er eine Temperatur von 88°, wie das ihn umgebende Mittel, erhält. Ein Stück Eis, das man in eine Temperatur von 88° Fahrenh. bringt, erwärmt ſich nicht, ſondern ſeine Temperatur bleibt immer auf 32° ſtehen, d. h. auf dem Gefrierpunkte, und dieß ſo lange, bis das Eis geſchmolzen iſt. Stellt man ſich nun vor, eine Kugel von Eis befinde ſich in einer Temperatur von 54° Fahrenh., und in der Mitte dieſer Kugel ſey ein erwärmter Körper, ſo folgt, daß

der

er äußere Wärmestoff nicht durch das Eis in den innern Theil der Kugel wird eindringen können, sondern der innere Wärmestoff wird beständig auf einander folgende Schichten Eis schmelzen, so lange bis die Temperatur des in dem Mittelpunkt der Kugel enthaltenen Körpers = 32° seyn wird. Sammelt man nun alles das Wasser, welches geschmolzen wird, während der Körper im Mittelpunkte der Kugel von seiner Temperatur bis zum 32° des Thermometers gelangte, so wird das Gewicht desselben mit der Menge des Wärmestoffs, den der Körper während seiner Erkältung verloren hat, genau im Verhältnisse stehen. Denn durch zweymal so viel Wärmestoff wird zweymal so viel Eis geschmolzen. Daher ist die Menge des geschmolzenen Eises ein Maaß der Menge des Wärmestoffs, durch welchen dasselbe geschmolzen wird.

Die Einrichtung des Calorimeters ist nun folgende: Die fig. 17. stellt denselben im vertikalen Durchschnitt vor. Der ganze innere Raum hat drey Abtheilungen, welche man das innere, mittlere und äußere Fach benennen kann. Das innere Fach ffff ist mit Eisendrath wie ein Gitter begrenzt, welches durch Stützen von dem nämlichen Grade getragen wird. Sein oberer Theil wird durch einen Deckel (fig. 18.) verschlossen, welcher oben ganz offen ist, unten statt des Bodens ein Netz von Drath besitzt, und sich mittelst eines darauf befindlichen Griffs abheben läßt, damit sich die zum Versuche bestimmten Körper in das innere Fach bringen lassen.

Das mittlere Fach (fig. 17.) bbbb wird mit Eis angefüllt, so daß der in dem innern Fache enthaltene Körper ganz damit umgeben ist. Dieses wird von dem Roste (fig. 19.) mm getragen, unter wel-

chem das Haarſieb nn befindlich iſt. So wie nun die Wärme, welche aus dem Körper in dem innern Fache ausſtrömt, das Eis ſchmilzt, ſo fließt das Waſſer durch den Roſt und das Haarſieb, nachher läuft es an dem Kegel (fig. 17.) ccd und der Röhre xy herunter, und ſammelt ſich in einem unter der Maſchine ſtehenden Gefäße. Durch den Hahn u läßt ſich das Abfließen des Waſſers nach Belieben verhindern.

Das äußere Fach aaaa endlich iſt ebenfalls dazu beſtimmt, Eis aufzunehmen, welches die Einwirkung der Wärme der äußern Luft und der umgebenden Körper abzuhalten dient; dieß aufgethauete Eiswaſſer läuft durch eine eigene Röhre ST, welche man mittelſt des Hahns r öffnen kann, in ein eigenes Gefäß. Uebrigens iſt noch die ganze Maſchine mit dem Deckel (fig. 20.) FF bedeckt, welcher oben offen iſt, um Eis über ſeinen Boden legen zu können. Alles iſt aus verzinntem Eiſenbleche verfertigt, und mit Oel beſtrichen, um es vor dem Roſt zu bewahren.

Bey jedem Verſuche wird das ganze mittlere Fach mit Eis angefüllt, das man hineinpreßt, ſo wie auch das äußere Fach damit angefüllt wird. Hierauf bringt man den Körper, womit der Verſuch angeſtellt werden ſoll, ſchnell in das innere Fach, ſetzt den Deckel über die Maſchine, wartet ſo lange, bis der ganze Körper erkältet iſt, und wiegt dann das geſchmolzene Waſſer.

Um zu erforſchen, ob zwiſchen dem äußern und mittleren Fache eine Gemeinſchaft ſtatt habe, welches aufs ſorgfältigſte vermieden werden muß, darf man nur das äußere Fach mit Waſſer anfüllen, und beob-

beobachten, ob etwas davon durch die Röhre xy herausträpfelt.

Die Versuche müssen nur alsdann angestellt werden, wenn die Temperatur der Atmosphäre über 32° ist. Denn der äußere Wärmestoff kann bey der Temperatur über 32° Fahrenh. wegen des in dem äußern Fache enthaltenen Eises nicht in das mittlere Fach gelangen. Aber bey einer Temperatur unter 32° Fahrenheit könnte dieß geschehen, weil das Eis, so lange es solches bleibt, fähig ist, verschiedene Temperaturen anzunehmen. Auch das Eis, das man zu den Versuchen gebraucht, darf nicht unter 32° seyn. Am besten thut man, die Versuche in einer Temperatur von 39° bis 41° Fahrenh. anzustellen; sonst entsteht durch die Röhre, durch welche das Wasser ausläuft, ein Luftzug, welcher den Versuch unrichtig machen könnte.

Das innere Eis enthält beständig eine kleine an seiner Oberfläche hangende Menge von Wasser, und man könnte glauben, daß dieses Wasser mit zu dem Resultate der Versuche gerechnet werden müßte; allein man muß erwägen, daß zu Anfange eines jeden Versuchs das Eis schon alle Quantität Wasser eingesogen hat, welche es in sich nehmen kann, so daß, wenn ein vom Körper geschmolzenes Eistheilchen an dem innern Eise hangen bleibt, sich dieselbe Quantität Wasser, welche anfänglich an der Oberfläche des Eises hing, losmachen, und ins Gefäß fließen muß, indem sich die innere Oberfläche des Eises beym Versuche sehr wenig ändert.

Man setze nun, zwey Massen M und m von den Temperaturen T und t würden nach und nach in das innere Fach gebracht, welches mit einer Masse

von Eis, wie eine Eiskugel umgeben wäre, und ſo lange darin gelaſſen, bis ihre Temperaturen auf den Froſtpunkt erkaltet ſind; es entſteht alsdann die Frage: wie werden ſich die ſpecifiſchen Wärmen α und β (d. h. die Mengen, welche ſich bey gleichen Maſſen und gleichen Temperaturen während der Erkältung geſchmolzen haben würden) verhalten, wenn ſie die Mengen Eis A und a ſchmelzen?

Für $M = m$ iſt $A : a = \alpha : \beta$
Für $\alpha = \beta$ iſt $A : a = T : t$
Für $T = t$ iſt $A : a = M : m$, mithin
$A : a = \alpha TM : \beta tm$, d. h.

da jeder Körper eine deſto größere Menge von Eis ſchmilzt, je mehr Maſſe er beſitzt, je höher ſeine Wärme über den Froſtpunkt ſteigt, und je mehr Wärme er bey gleicher Verminderung der thermometriſchen Wärme abſetzt; ſo ſind die geſchmolzenen Mengen von Eis im zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Maſſen, Temperaturen (über dem Froſtpunkte) und ſpecifiſchen Wärmen. Hieraus folgt nun

$$\alpha : \beta = \frac{A}{TM} : \frac{a}{tm}$$

Läßt man alſo ein für allemal die Maſſe m Waſſer bedeuten, deſſen ſpecifiſche Wärme $\beta = 1$ iſt, und daß bey 60° Reaum. eine gleich große Eismaſſe ſchmilzt, ſo iſt $t = 60$, $a = m$, mithin

$$\alpha = \frac{60A}{MT}$$

Exemp. 7,707 Pfund Eiſenblech von der Temperatur 78° Reaum. haben 1,102 Pfund Waſſer geſchmolzen. Hieraus findet ſich die ſpecifiſche Wärme des Eiſenblechs $= \frac{60 . 1,120}{7,707 . 78} = \frac{11,02}{100,19} = 0,10999$

Um

Um die specifische Wärme der Flüssigkeiten, z. B. der Salpetersäure, zu bestimmen, werden diese in einen Kolben gethan, welcher mit einem Korke verstopft ist, durch den ein Thermometer geht, dessen Kugel in der Flüssigkeit steht. Dieß Gefäß bringt man in siedendes Wasser, und wenn nun das Thermometer zeigt, daß die flüssige Materie den gehörigen Wärmegrad angenommen hat, so zieht man den Kolben heraus und bringt ihn in das innere Fach des Calorimeters. Wenn nun die specifische Wärme des Gefäßes bekannt ist, so wird sich auf dieselbe Art die specifische Wärme der flüssigen Materie bestimmen lassen. Man muß nämlich von der geschmolzenen Wassermenge so viel abziehen, als durch die Erkaltung des Gefäßes allein geschmolzen ist. Setzt man die Masse des Gefäßes $= \mu$, seine specifische Wärme $= \gamma$, die Temperatur, zu welcher das Gefäß mit der darin enthaltenen flüssigen Materie gekommen ist, $= T$, so wird die durch Erkaltung des Gefäßes allein geschmolzene Wassermenge $= \frac{\mu T \gamma}{60}$ seyn. Bezeichnet man die ganze geschmolzene Wassermenge durch C, so ergibt sich

$$A = C - \frac{\mu T \gamma}{60}, \text{ und}$$

$$\alpha = \frac{60 A}{M T} = \frac{60 C - \mu T \gamma}{M T}$$

Exemp. 4 Pfund Salpetersäure in einen $\frac{17}{32}$ Pfund schweren Kolben, zusammen 80 Grad warm, im Calorimeter bis 0 abgekühlt, haben 3,6640625 Pfund geschmolzen; die specifische Wärme des Gefäßes ist 0,7929; so gibt die Formel die specifische Wärme der Salpetersäure

$$\alpha = \frac{60.3{,}6640625 - \frac{17}{32}.0{,}1929}{4.80} = 0{,}661391.$$

Wenn man diejenige Wärme bestimmen will, welche bey chemischen Verbindungen gewisser Substanzen entbunden wird, so bringt man diese Substanzen nebst dem Gefäße, welches sie enthalten soll, insgesammt zur Temperatur o, vermengt sie alsdann im innern Fache des Calorimeters, wo sie sich erhitzen, und bis zur Zurückkunft ihrer Temperatur auf o eine gewisse Eismenge schmelzen, welche das Maaß der entbundenen Wärme ist. Auch haben die Erfinder Formeln angegeben, nach welchen man den bey gewissen Verbindungen bewirkten Grad der Kälte, so wie das Maaß derjenigen Wärme finden kann, welche die Körper bey ihrer Schmelzung binden, und bey ihrem Gestehen frey machen.

Um diejenige Wärme zu bestimmen, welche sich beym Verbrennen und Athmen entwickelt, müssen die Körper in dem innern Fache verbrennen und Athem holen, wobey aber die Erneuerung der Luft erforderlich ist. Zu dieser Absicht haben sich die Erfinder eine besondere Maschine verfertigen lassen, welche von der gewöhnlichen nur dadurch unterschieden war, daß der Deckel zwey Löcher hatte, wodurch zwey kleine Röhren gingen, die zur Gemeinschaft der innern und äußern Luft dienten; vermittelst derselben konnte man atmosphärische Luft hineinblasen, um die Verbrennung zu unterhalten. Bey solchen Versuchen, wenn sie richtige Resultate geben sollen, muß die Temperatur der äußern Luft = o, oder doch wenig davon verschieden seyn. Zu dem Ende muß die Röhre, welche die Luft zubringt, durch das zerstoßene Eis quer durchgehen,

gehen, damit die Luft in das Innere zu der Temperatur Null gelange. Auch muß diejenige Röhre, welche die Luft ausführt, durch gestoßenes Eis gehen; das letztere Eis muß aber im Fache ffff enthalten seyn, und das davon abfließende Wasser muß einen Theil des aufgesammelten ausmachen, indem die Wärme, die die Luft vor ihrem Ausgange erhält, einen Theil von dem zu suchenden Resultate ausmacht.

Eine größere Schwierigkeit findet sich bey Bestimmung der specifischen Wärmen der Gasarten; denn würden sie bloß, wie andere Flüssigkeiten, in Gefäßen eingeschlossen, so würde die Menge des geschmolzenen Eises so wenig ausmachen, daß der Versuch ungewiß ausfiele. Demnach bedienten sich die Erfinder hiezu zweyerley Serpentinen, oder spiralförmig gewundener Röhren. Durch die erste, welche sich in einem mit siedendem Wasser gefüllten Gefäße befand, ward die Luft erwärmt, ehe sie ins Calorimeter kam; ein zweytes am andern Ende zeigte an, was für eine Wärme die Luft beym Ausgange besaß. Auf solche Art konnten sie bestimmen, wie viel Eis durch eine gewisse Menge der verschiedenen Gasarten dadurch geschmolzen ward, daß sie um eine gewisse Anzahl Grade kälter wurde. Dieß nämliche Verfahren kann angewendet werden, wenn man diejenige Wärmemenge messen will, welche sich bey der Verdichtung der Dämpfe verschiedener Flüssigkeiten entwickelt.

Lavoisier und la Place haben bey den Resultaten ihrer Versuche diejenige Wärme, welche zur Schmelzung des Eises erforderlich ist, = 60 Grad der Skale von 80 Graden oder = $\frac{3}{4}$ von derjenigen Wärme angenommen, welche ein gleiches Gewicht Wasser vom Eispunkte bis zum Siedpunkte erheben

könnte. Nach Wilken's Versuchen ist sie nun 72 Grade der Schwedischen Skale ($57\frac{1}{7}$ Reaum.), nach Black 140° Fahrenh. ($62\frac{2}{9}$ Reaum.), daß mithin die hier angenommene Bestimmung ziemlich das Mittel hält. Weigel bemerkt hiebey, daß sich selbst nach Wilken's Versuchen 73 bis 74 Grade ($58\frac{2}{7}$ bis $59\frac{1}{7}$ Reaum.) annehmen lasse, und der noch übrige Unterschied vielleicht daher rühren könne, daß Wilke Schnee, Lavoisier und la Place aber Eis gebraucht hätten.

Herr Gren f) bemerkt, daß alle diese Methoden, die specifischen Wärmen der verschiedenen Körper zu bestimmen, eine große Genauigkeit voraussetzten, wenn die Resultate nicht zu viel von der Wahrheit abweichen sollten. Man müsse dabey Quecksilberthermometer gebrauchen, welche nicht allein sehr genau, sondern auch sehr empfindlich seyn müßten; ferner müsse auch diejenige Wärme, welche während der Vermengung an die umgebende atmosphärische Luft abgesetzt werde, mit in Rechnung gebracht werden; die kältere Substanz müsse die Temperatur der Luft im Zimmer haben, damit sie beym Hinzubringen zu der wärmern nichts davon verliere; außerdem aber müsse die specifische Wärme des Gefäßes, worin die Mengung vorgenommen werde, gehörig bestimmt, und der Einfluß desselben in Anschlag gebracht werden; endlich müsse man die Unterschiede der sehr niedrigen Temperaturen sowohl, als der sehr großen vermeiden, und die Volumina der Körper so viel als möglich gleich nehmen. Eine Hauptregel dabey aber sey, keine solchen Substanzen mit einander zu vermengen, welche eine chemische Wirkung auf

f) Grundriß der Naturlehre. Dritte Ausg. §. 552. Anm.

auf einander äußern, sich wechselseitig auflösen, oder ihre Form ändern, oder ein zusammengesetztes neues Produkt geben, weil dabey aus den Körpern selbst Wärme frey oder verschluckt werden könne, welche die Temperaturen entweder erhöheten oder verminderten. Wegen der Nichtbeobachtung dieser Hauptregel seyen daher bey Crawford's Erfahrungen diejenigen Resultate zu verwerfen, welche er bey der Bestimmung der comparativen Wärme der Metallkalke, der Asche, des Holzes, der brennbaren Luft, des Weitzens, der Hafergrütze, der Bohnen, der Gerste, des Bluts, des Fleisches u. s. f. herausbringe; eben so auch diejenigen Resultate, welche Andere bey der Vermischung von Wasser mit Salzen, Säuren, Alkohol und Eis erhalten haben.

Folgendes Verzeichniß der specifischen Wärmen verschiedener Körper enthält die vorzüglichsten Resultate, wobey die specifische Wärme des Wassers als Einheit angenommen ist.

		Specifische Wärme.		
	specifisches Gewicht	bey gleichem Gewichte	bey gleichem Volumen	
Wasser -	1,000	1,000	1,000	
Gold - -	19,040	0,050	0,966	Wilke
Bley - -	11,456	0,042	0,478	—
Silber -	10,001	0,082	0,833	—
Wismuth -	9,861	0,043	0,427	—
Kupfer -	8,784	0,114	1,027	—
Messing -	8,356	0,116	0,971	—
Eisen - -	7,876	0,126	0,993	—
Zinn - -	7,380	0,060	0,444	—
Zink - -	7,154	0,120	0,735	—
Spiesglaskönig	6,170	0,063	0,390	—
Agath - -	2,643	0,195	0,517	—

		Specifiſche Wärme.		
	ſpecifiſches Gewicht	bey gleichem Gewichte	bey gleichem Volumen	
Weißes Glas	2,386	0,178	0,448	Wilke.
Queckſilber -	14,000	0,047	0,658	Black.
Flintglas -	3,329	0,174	0,597	Crawford.
Terpentinöl -	0,792	0,472	0,373	—
Baumöl -	0,913	0,710	0,648	—
Leinöl - -	0,928	0,528	0,490	—
Schwefel -	1,800	0,183	0,329	—
roher Kalkſtein	-	0,256		
gebrannter Kalk	-	0,245		
atmoſphäriſche Luft	-	1,796		
Lebensluft -	-	4,749		
phlogiſtiſirte Luft	-	0,793		
fixe Luft -	-	1,045		

Die Herren Lavoiſier und la Place fanden durch ihr Calorimeter die ſpecifiſchen Wärmen verſchiedener Körper alſo:

Gemeines Waſſer - - -	1
Eiſenblech - - - - -	0,109985
Kryſtallglas, ohne Bleygehalt -	0,1929
Queckſilber - - - -	0,029
Ungelöſchter Kalk - - -	0,21689
Waſſer und ungelöſchter Kalk im Verhältn. 9:16 - - - - -	0,439116
Vitriolöl vom ſpecif. Gewicht 1,87058	0,334597
Vitriolöl und Waſſer im Verhältn. 4:3	0,603162
Vitriolöl und Waſſer im Verhältn. 4:5	0,663102
Rauchender Salpetergeiſt am ſpecifiſch. Gewicht 1,29895 - - -	0,661391
Ein Theil Salpeterſäure mit 8 Theilen Waſſer - - - - -	0,8167

Fer-

Ferner fanden diese beyde Herren folgende geschmolzene Eismengen, so von einem Pfunde der Mischung zergingen:

	Pf.	Unz.	Qu.	Gr.
Vom Vitriol und Wasser im Verhältn. 4:3	—	14	2	62
Vitriol und Wasser im Verhältn. 4:5	—	12	6	48
Wasser und ungelöschter Kalk im Verhältn. 9:16	1	8	3	60
Salpetersäure und ungel. Kalk im Verhältn. $9\frac{1}{3}$:1	1	—	2	—

imgleichen folgende Mengen, so durch Verbrennungen und thierische Wärme zerschmolzen

	Pf.	Unz.	Qu.	Gr.
Durch Verpuffung 1 Unze Salpeter mit $\frac{1}{3}$ Unze Kohlen	—	12	—	—
Durch Verpuffung 1 Unze Salpeter mit 1 Unze Schwefelbl.	2	—	—	—
Durch Verbrennen 1 Unze Phosphors	6	4	—	48
Durch Verbrennung 1 Unze Vitriolæther	4	10	2	36
Durch Verbrennung 1 Unze Kohle	6	2	—	—
Durch die Wärme eines Meerschweinchens in 10 Stunden	—	13	1	$13\frac{1}{2}$

Die Erfinder des Calorimeters bemerken hierbey, daß diese Angaben keinesweges, wie man vielleicht glauben könnte, Verhältnisse der absoluten Wärmemengen ausdruckten, sondern sie gäben bloß die Verhältnisse der Unterschiede von Wärmemengen an, welche nöthig wären, um die Temperaturen verschiedener Körper durch gleiche Grade zu erhöhen. Auf absolute Wärmemengen zu schließen, würde nur alsdann erlaubt

hob sich, was von jetzt Thronen hieß, auf
Kosten der Gemeinfreiheit, und Karl der Große
hatte nicht nur Ursache, sondern auch Recht,
darauf zu sehen, daß seine Nachfolger nicht
ihre Macht zu sehr ausdehnten. Ludwig der
Fromme that es, und Lothar, sein Sohn,
that es in Betreff der Gallier.

Ludwig der Fromme hatte die Provinz auf
der linken Seite der Rhone, Septimanien
oder Gothien, Spanien und Gallien, bis
an die Loire vereinigt. Er schenkte Septimanien
und Spanien seinem Sohne Karl,
und Gallien seinem Sohne Pipin. Lothar
nahm Karl Septimanien und Spanien, und
schenkte Pipin Aquitanien, Karl aber Neustrien
und Burgund. Ludwig der Deutsche
nahm Pipin Aquitanien, und schenkte es
Karl. Karl der Kahle hatte also Septimanien,
Spanien, Gallien, Neustrien, Burgund
und Aquitanien. Er war der mächtigste
Herrscher unter den Söhnen Ludwigs des
Frommen.

Wärmemengen wie die specifischen verhalten. Auf diese Art findet er eine Formel, welche die absolute Wärmemenge des Wassers ausdruckt, wenn die Menge des durch Abkühlung der Mischung geschmolzenen Eises, imgleichen die gemischten Massen, nebst ihren und der Mischung specifischen Wärmen, bekannt sind. Allein bey der wirklichen Anwendung der Formel auf die angestellten Versuche finden sich die Werthe der absoluten Wärmemengen im Wasser ungemein verschieden, und der Versuch der Mischung von Salpetersäure und ungelöschtem Kalk gibt sogar einen negativen, also physisch unmöglichen Werth. La Place erinnert zwar, daß diese Widersprüche von geringen Fehlern in den Versuchen herrühren könnten; doch scheint er endlich selbst zu gestehen, daß die eigentliche Ursache in der Unrichtigkeit der Voraussetzungen beruhe, und daß folglich entweder die freye Wärme vor und nach der Mischung nicht einerley sey, oder daß sich die absoluten Wärmen ganz anders als die specifischen verhalten.

Gegen diesen Calorimeter hat Herr Wedgwood [g]) verschiedene Einwendungen gemacht, welche aber mehr die Einrichtung seiner Form betreffen. Daher auch Lichtenberg [h]) urtheilt, daß dieses vortreffliche Instrument, welches auf das einfachste und deutlichste Princip gebauet sey, in der Anwendung wieder etwas unsicher werde; indessen könnte ein von diesem Apparate mit großer Vorsicht, und vielleicht mit einigem Aufwande, gemachter Gebrauch im Großen uns sicherer zu einem bestimmten Maaß der Wärme führen,

g) Philosoph. Transact. Vol. LXXIV. p. 371.

h) Anmerkung zu Erxlebens Naturlehre am Ende des IX. Abschnitts.

führen, als irgend ein bisher bekannt gewordenes Verfahren.

Die Herren Magellan und Bergmann machen ſich von der ſpecifiſchen Wärme einen ganz andern Begriff. Nach ihrer Vorſtellung iſt ſie der einem jeden Körper zugehörige Wärmegehalt, welcher weder dem Gefühl noch dem Thermometer bemerkbar iſt. Nur der Ueberſchuß über dieſen ſpecifiſchen Wärmegehalt eines Körpers bewirkt die Empfindung der Wärme. Von dieſer empfindbaren Wärme glaubt Magellan, daß ſie ſich, wie Boerhaven's Elementarfeuer, unter alle gleich warme Körper nach dem Verhältniſſe der Räume gleichförmig vertheile. Nach ſeiner Idee hängen die Wärmetheilchen der ſpecifiſchen Wärme an den Oberflächen der Atomen, die freye oder empfindbare Wärme hingegen läßt er frey durch die Zwiſchenräume hindurchgehen. Nimmt man nun an, daß gleiche Maſſen von Queckſilber und Waſſer durch Zuſätze, welche ſich wie 1 zu 21 verhalten, gleich viel an fühlbarer Wärme zunehmen, ſo muß man ſich dabey die Vorſtellung machen, als ob jeder Atom des Queckſilbers Einen Theil ſpecifiſchen Wärmegehalt mehr annähme, wenn jeder Atom des Waſſers 21 Theile annimmt. Wenn nun dieß bey allen möglichen Temperaturen unveränderlich iſt, ſo wird der ganze empfindbare, d. i. hier der ſpecifiſche Wärmegehalt, in jeder Maſſe Queckſilber 21 Mal geringer ſeyn, als in einer gleichen und gleich warmen Maſſe Waſſer u. ſ. f. Nach dieſer Vorſtellung ſollen alſo die Angaben der Tabellen Verhältniſſe der Wärmemengen ausdrucken, welche von den verſchiedenen Subſtanzen gebunden werden, oder fürs Thermometer verloren gehen. Die nämliche Vorſtellung macht

ſich

sich auch Kirwan [i]). Dagegen läugnen aber Andere die Bindung der Wärmematerie, und suchen alles auf die Vermehrung und Verminderung der Capacität zurückzubringen.

Nach Crawford entsteht die große Menge empfindbarer Wärme, welche bey der Verbrennung u. s. w. sich entbindet, bloß durch die verminderte Capacität der reinen Luft. Nach seinen vormaligen Angaben wird diese Wärme durch Verbindung mit dem Phlogiston des brennenden Körpers von 87 auf 0,27, d. i. auf ihren 232sten Theil herabgesetzt, welches die freye Wärme 322 mal vergrößert. Allein schon Herr de Luc [k]) hat dagegen erinnert, wenn die Wärme eine wirkliche Substanz sey, welche die Ausdehnung bewirke, so müsse man die Capacität der Körper gegen die Wärme vielmehr nach den Räumen, nicht aber nach den Massen vergleichen; nähme man indessen die Luft nach demselben Volumen, wie das des Wassers, so würde die Luft ungefähr nur $\frac{1}{43}$ so viel Wärme als das Wasser hergeben, und das sey viel zu geringe, um aus den darin vorgehenden Veränderungen die große Hitze der Flamme herzuleiten. De Luc's Theorie ließe sich nun zwar aus Crawford's Theorie sehr leicht beantworten; allein Crawford selbst hat nach genauern Versuchen die Capacitäten der dephlogistisirten und atmosphärischen Luft auf $4\frac{1}{3}$ und $1\frac{4}{5}$ herabgesetzt, und dagegen die phlogistisirte und fixe auf $\frac{4}{5}$ und $1\frac{1}{20}$ erhöht. Nach dieser Angabe wird

i) Versuche und Beobachtungen über die Salze und das Phlogiston. A. d. Engl. von Crell. Berlin und Stett. 1783. Vorber.

k) Neue Ideen über die Meteorologie. §. 166.

wird also die Capacität der dephlogistirten Luft, wenn sie sich in phlogistisirte verwandelt, nur 6 mal geringer u. s. f. Ein so beträchtlicher Unterschied dieser Bestimmungen von den vorigen Angaben kann unmöglich ein günstiges Vorurtheil für die Richtigkeit derselben erwecken. Außerdem kommt noch hinzu, daß die gebrauchten Veränderungen der Temperatur bey den Versuchen selbst sehr klein waren, und kaum $\frac{1}{10}$ eines Fahrenh. Grades überstiegen.

Herr Gren [1]) bemerkt, es sey mit Recht in die Zahlen in den Tabellen über die specifische Wärme der Körper, die wir in den neuern Zeiten erhalten hätten, ein Mißtrauen zu setzen, da man sich durchaus zu den Versuchen, worauf sie sich gründeten, solcher Materien, z. B. Wasser, bedient habe, die ihre Form durch Abänderung der Temperatur änderten, oder sonst chemisch auf einander wirkten. Er glaube daher immer noch, daß die specifische Wärme der Körper sich verkehrt verhalte, wie die specifischen Gewichte der Körper, und halte also Boerhaven noch nicht widerlegt, welcher annahm, daß sich die absoluten Quantitäten des freyen Wärmestoffs in ungleichartigen Körpern bey gleichen Temperaturen derselben verhielten, wie die Volumina der Körper; welcher Satz gleichbedeutend mit jenem sey. Bey dem Beyspiele von Queckſilber und Wasser dürfte die gemeinschaftliche Temperatur nach der Vermengung von 1 Pfund Queckſilber von 110 Grad Fahrenh. mit 1 Pfund Wasser von 44 Grad Fahrenh. statt 47 nur $48\frac{1}{2}$ Grad werden (wie es in der Wirklichkeit auch wohl seyn könnte, wenn der entweichende Wasserdampf

1) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 555.

dampf keine Wärmetheilchen fortführte, oder die sich zerstreuenden Wärmetheile sonst besser in Anschlag gebracht werden könnten), und dann würde das Verhältniß der specifischen Wärme des Queckſilbers zu der des Wassers, wie 48,5 — 44 : 110 — 48,5 = 4,5 : 61,5 = 1,000 : 13,677, oder verkehrt wie ihre specifischen Gewichte.

Diese Entdeckungen klärten eine Menge Erscheinungen auf, welche längst bekannt waren, und die man auf verschiedene Art zu erklären gesucht hatte. Die vorzüglichsten derselben sind folgende:

Es war längst bekannt, daß beym ersten Ausziehen der Luft unter der Glocke einer Luftpumpe eine Menge Dünste sich erzeugen, welche als ein feiner Dunst wieder niederfallen, und abermals entstehen, wenn wieder Luft unter die Glocke gelassen wird. Mollet hatte von dieser Erscheinung eine genügende Erklärung zu geben versucht (Th. IV. S. 232 u. f.); allein Herr Wilke hat sie als völlig unstatthaft gefunden. Seine Entdeckung von der ungleichen Vertheilung der Wärme in den verschiedenen Körpern gab ihm vielmehr Gelegenheit, der wahren Ursache dieser merkwürdigen Erscheinung weiter nachzuforschen [m]). Aus seinen vorläufigen Versuchen folgerte er: man müsse wirkliche Feuchtigkeit unter die Glocke bringen, wenn sich in ihr Dünste zeigen sollen; zugleich bewiesen sie aber augenscheinlich, daß diese Dünste wirklich von den feuchten Flächen ausgehen, die sich unter der Glocke befinden, und sich in verdünnter Luft ausbreiten,

m) Neue Abhandl. der Schwedisch. Akadem. der Wissensch. B. II. 146 f.

ten, ehe sie in Gestalt von Wolken und Staubregen wieder daraus niederfallen, und daß man solchergestalt das erste Aufsteigen der Dünste, und ihr folgendes Fallen, als zwey verschiedene, mit Verdünnung der Luft genau verbundene Wirkungen anzusehen hat.

Um nun die wahre Ursache dieser Erscheinung aufzudecken, unternahm Herr Wilke folgende Versuche:

Ein Thermometer hieng er unter eine trockene Glocke, und ein anderes neben die Glocke; hiernächst pumpte er die Luft aus der Glocke, und fand, daß das Thermometer unter der Glocke allemal bey der größten Evacuation 2 Grad fiel, aber, sobald Luft unter die Glocke gelassen ward, wieder stieg.

Nun setzte er die Thermometerkugel unter der Glocke in eine Theetasse voll Wasser, und zog die Luft aus; hier behielt es seinen Stand während der Ausleerung, fiel aber sogleich um mehrere Grade, sobald man es aus dem Wasser zog, stieg auch nicht wieder zu seiner vorigen Höhe, bis die Kugel trocken war, und alle Ausdünstung davon aufgehört hatte.

Um die Feuchtigkeit länger und häufiger um die Thermometerkugel zu erhalten, überzog er sie mit feiner Leinwand; dieß hatte die Wirkung, daß sich das Thermometer beym ersten Aufziehen 5 bis 6, und nach dem Auspumpen oft ganzer 14 Grad senkte, da die Temperatur des Wassers und Zimmers etwa 10 Grad war. Nach dem Maaße, wie die Feuchtigkeit abdunstete, stieg es wieder, erlangte aber seinen vorigen Stand nicht eher wieder, bis die Kugel völlig trocken war.

Diese

Diese und andere ähnliche Versuche lehrten ihn nun, daß die Verdünnung der Luft die Ausdünstung befördere, und dadurch Abkühlung und Fallen des Thermometers entstehe.

Wurde die mit Leinwand umwickelte Thermometerkugel mit Alkohol befeuchtet, so fand er nach der Evacuation, daß sie von 17 Grad über dem Eispunkt auf 8, ja 12 Grad darunter fiel. Mit Vitriolæther ging diese Abkühlung noch schneller vor sich, und sie ließ sich mannichmal von 18° über 0 auf 18 Grad darunter treiben, also 36 Grad Aenderung. So gelang es ihm auf diese Art, in einem warmen Zimmer, in einer kleinen mit Wasser gefüllten und unter der Glocke aufgehängten gläsernen Kugel, das Wasser in Eis zu verwandeln.

Gleich viel Aether verdunstete in dem luftleeren Raume viel schneller als im luftvollen Raume, so wie auch warmes Wasser darin seine Wärme eher verlor, als in freyer Luft.

Da nun bey allen diesen Versuchen allemal eine Menge sichtbarer Dämpfe um die Thermometerkugel ausbrachen, die in der verdünnten Luft hieng, so war es augenscheinlich, daß diese Dünste von den befeuchteten Flächen herrührten, und daß dadurch den Körpern Wärme geraubt ward, von deren Flächen diese Dünste aufstiegen.

Aus diesen und andern Versuchen hat sich nun Herr Wilke von der Wärme und ihren Wirkungen beym Aufsteigen und Niederfallen der Dünste in verdünnter Luft folgende Vorstellung gemacht:

1. Wärme iſt eine ſehr feine ſich auszubreiten bemühende Materie, deren Theile ſich vermöge ihrer natürlichen Kräfte einander wegſtoßen.

2. Dieſe Materie hat eine ſtarke Anziehung zu der Materie der meiſten Körper. Die kleinſten Theile der Körper werden von ihr erhoben, zerſtreuet, und unter dem Namen der Ausdünſtung fortgeführt; daraus entſtehen elaſtiſche Auflöſungen.

3. Das Anziehen der Wärme iſt nach Verſchiedenheit der Materien auch verſchieden. So ward die Wärme am ſtärkſten von der Luft, weniger vom Waſſer, noch weniger vom Glaſe, am allerwenigſten vom Queckſilber im Thermometer angezogen.

4. Gleichwohl enthält einerley Art von Materie nach ihrem verſchiedenen Zuſtande ungleiche Wärme.

Sobald alſo durch das Auspumpen Menge und Druck der Luft unter der Glocke vermindert werden, ſo wird das vorige Gleichgewicht der Wärme geſtört, die Luftheilchen, welche unter der Glocke geblieben ſind, bekommen mehr Platz, und können ſo mehr Wärme annehmen, als zuvor, und als Atmoſphäre um ſich behalten. Dieſe Wärme wird aus den umgebenden Körpern gezogen, beſonders aus denen, welche entweder ſchon zuvor davon Ueberfluß hatten, oder dieſe Materie am ſchwächſten ziehen und zurückhalten; dabey zieht ſich die Wärme zugleich, wegen ihrer eigenen Bemühung ſich auszubreiten, nach der Seite, wo der vorige Gegendruck vermindert worden iſt, und wenn des Körpers Beſchaffenheit ſo etwas zuläßt, führt ſie zugleich ſeine äußerſten feinſten Theilchen mit ſich; dieſe ſelbſt, wenn ſie ſo abgeſondert werden, ziehen mehr Wärme, von der ſie umgeben werden, an ſich,

welche

welche der Körper verliert, und also durch die Ausdünstung merklich abgekühlt wird. Je stärker nun diese aufgelößten und ausgedunsteten Theilchen für sich selbst Wärme anziehen, desto mehr Wärme muß auch der Körper verlieren, von dessen Fläche sie aufsteigen. Eben darum nehmen solche Materien beym Ausdunsten die meiste Wärme mit sich, und kühlen den Körper am stärksten ab, welche schon so viel Wärme enthalten, daß ihre Theile kaum innerhalb geschlossener Gefäße zusammen zu halten sind, wie Weingeist und Aether. So muß das Queckſilber im Thermometer fallen, wenn seine befeuchtete Kugel die Luftwärme aus der Feuchtigkeit nimmt, die Feuchtigkeit aus dem Glase, das Glas aus dem Queckſilber, welches die Wärme am schwächsten zurückhält, und durch derselben Verlust weniger Raum einnimmt, solchergestalt Kälte erzeugt.

Herr Wilke glaubt also mit Recht, daß er die angeführten Versuche als deutliche Beweise von der ausdehnenden Kraft und ungleichen Vertheilung der Wärme ansehen könne, und diese wiederum als die wahre Ursache des Aufsteigens der Dünste und des übrigen Verhaltens in der verdünnten Luft.

Noch vor Wilken hatte bereits Cullen n) den Versuch im verdünnten Raume angestellt, und gefunden, daß das Thermometer beym schnellen Evacuiren um 2 bis 3 Grad fiel. Ferner bemerkte Cullen noch, daß, wenn das Thermometer im verdünnten Raume wieder die Temperatur der äußern Luft angenommen hatte, und nun die Luft wieder in den Recipienten

n) Essay de la societé d'Edimbourg. Tom. II. p. 153.

pienten gelaſſen wurde, das Thermometer allemal 2 bis 3 Grade über die Wärme der äußern Luft ſtieg.

Denſelben Verſuch, daß nämlich das Thermometer beym Evacuiren 2 bis 3 Grad herabſinkt, führt auch Darwin °) an. Er wurde im November 1787. unter dem Beyſtande des Herrn Foreſter Trench wiederholt, nur mit dem Unterſchiede, daß das Thermometer oben offen war, ſo, daß die Verminderung des äußern Drucks auf die Ausdehnungen der Kugel keinen Einfluß haben konnte; das Reſultat war daſſelbe, und das Queckſilber des Thermometers ſank, während die Luft ausgepumpt wurde. Sowohl bey dem Auspumpen, als bey dem Wiederhinzulaſſen der Luft, ward regelmäßig ein Dampf bemerkt, der ſich an den Seiten des Gefäßes verdichtete, und in beyden Fällen in wenigen Minuten wieder abſorbirt wurde. Dieſer Dampf, ſagt Darwin, müſſe nothwendig dadurch niedergeſchlagen worden ſeyn, daß er durch die Ausdehnung der Luft ſeiner Wärme beraubt wurde. Denn wenn es von einer andern Urſache hergerührt hätte, ſo hätte der Dampf nicht in beyden Fällen, nämlich ſowohl beym Evacuiren, als beym Wiederzulaſſen der Luft, entſtehen können. Im erſten Falle dehnte ſich die Luft im Recipienten aus, im zweyten diejenige, welche von außen in den Recipienten gelaſſen wurde. War dieſe letztere mit der im Recipienten von einerley Temperatur, und wurde ſie nun hineingelaſſen, ſo mußte dadurch, daß ihre Capacität bey ihrer Ausdehnung zunahm, die Temperatur unter der

o) Philoſ. Tranſact. 1788. Vol. LXXVIII. P. I. p. 43. überſetzt in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 73. Auch im Gothaiſchen Magazin. B. VII. St. I. S. 127.

der Glocke abnehmen, und also ein Dunstniederschlag entstehen. Dieß ist aber gerade das Gegentheil von dem, was Cullen beobachtet hatte.

Bey einem Versuche dieser Art, welchen Herr Lambert im Jahre 1761. bey dem damaligen Prof. Arnold zu Erlangen sah, und im §. 492. seiner Pyrometrie beschreibt, betrug die Zeit, die das Thermometer unter der Luftpumpe zum Fallen brauchte, nicht mehr, als ungefähr 3 Sekunden. Wenn wieder Luft zugelassen ward, stieg es ungefähr eben so viel über seine erste Höhe, als es beym Auspumpen unter dieselbe gefallen war. Aber auch dieses Steigen dauerte nicht lange, und das Thermometer unter dem Recipienten kam bald wieder auf die Temperatur der äußern Luft.

Das Fallen des Thermometers erklärt Herr Lambert auf folgende Art: er nimmt an, daß man beym Ausziehen der Luft aus dem Recipienten zugleich auch die Feuertheilchen mit herausziehe, und daß folglich die Dichtigkeit des Feuers unter der Glocke abnehme nach eben dem Verhältnisse, als die Luft vermindert werde. Dabey zeigt er, daß, wenn das Thermometer nicht so viel fällt, als es nach diesem Satze fallen sollte, dieß daher rühre, daß die Wände des Recipienten, nebst dem Teller der Pumpe, ebenfalls Feuertheilchen enthielten, welche den Abgang jener ersetzten, zumal wenn das Exantliren langsam geschehe, in welchem Falle das Thermometer wohl gar keine Veränderung zeigen könnte.

Daß dieses Fallen nicht etwa von der Ausdünstung der Feuchtigkeiten unter der Glocke herrühre,

hat de Sauſſüre [p]) zu erweiſen geſucht. Er trocknete die Luft unter der Glocke durch Salze aufs äußerſte, ſo daß nach Verlauf von 6 Tagen das Hygrometer unter der Glocke zum höchſten Grade der Trockenheit gekommen war. Hierauf öffnete er den Hahn, und evacuirte ſehr ſchnell. Das Thermometer fiel von 8° auf 6,9° Reaum., wobey das Hygrometer nicht die geringſte Aenderung zeigte. Dieſer Verſuch wurde hierauf unter demſelben Recipienten mit demſelben Hygrometer und Thermometer, aber ohne die Luft auszutrocknen, gemacht. Eben dieß Hygrometer, welches in trockener Luft ohne Veränderung blieb, bewegte ſich nun in der feuchten Luft, während des Auspumpens, um 24 Grad näher zum Punkte der Trockenheit hin, und gleichwohl ward das Thermometer nicht mehr, als zuvor in trockener Luft, verändert, es fiel nämlich von 9,55 auf 8,4; alſo beynahe ſo viel wie vorhin. Hieraus folgt, daß feuchte und trockene Luft unter der Glocke während des Auspumpens keinen erheblichen Einfluß auf das Thermometer hatten, und daß die Urſache, warum es fiel, nicht von den Dünſten, ſondern der von Herrn Lambert angegebenen Urſache beyzumeſſen ſey.

Warum aber das Thermometer, nachdem es in der verdünnten Luft wieder auf dieſelbe Temperatur mit der äußern Luft gekommen war, nunmehr ſtieg, wenn wieder Luft unter die Glocke gelaſſen wurde, hat Lambert nicht erklärt. Es ſollte vielmehr ſcheinen, daß auf ſolche Art Kälte hervorgebracht werden müßte. Allein Herr Mayer [q]) bemerkt, man müſſe überlegen, daß,

p) Hygrometrie. §. 233.

q) Ueber die Geſetze und Modificationen des Wärmeſtoffs. S. 114.

daß, indem die Capacität der von außen in die Glocke gelassenen Luft durch ihre Ausdehnung vermehrt, also ihre Temperatur vermindert werde, die Capacität der in der Glocke zurückgebliebenen dagegen durch die Verdichtung, die sie erleide, indem neue zu ihr hinzuströme, wiederum vermindert, und folglich ihre Temperatur erhöht werde.

Nach Darwin soll auch die mechanische Ausdehnung der Luft ein Mittel seyn, Kälte hervorzubringen. Es wurde nämlich in Gesellschaft des Herrn Hutton aus Edimburg, und Herrn Edgeworth folgender Versuch angestellt. Der Luftstrom einer Windbüchse wurde zu verschiedenen malen an die Kugel eines Thermometers gelassen, und dieß sank jedesmal ungefähr 2 Grade. Das Thermometer war an einer Mauer befestigt, und die Windbüchse blieb nach dem Laden eine Stunde in der Nachbarschaft derselben, um die Wärme, die sie beym Laden erhalten hatte, fahren zu lassen. Die Luft wurde nun in einem fortwährenden Strome an die Kugel des Thermometers gebracht, und der Erfolg zeigte, daß die Luft bey ihrer Ausdehnung die Wärme aus dem Quecksilber des Thermometers anzog und verschluckte. In den bleyernen Windkessel einer Wasserkunst zu Derby ward ein Loch von der Dicke einer Rabenfeder gemacht, durch welches ein starker Luftstrom herausging; wurde nun demselben ein Thermometer ausgesetzt, so fiel es um 2 bis 4 Grade herab; ferner dringt durch einen geöffneten Hahn an einem Heronsbrunnen im Schemnitzer Bergwerke eine stark zusammengepreßte Luft heraus, welche unmittelbar darauf sehr ausgedehnt wird; dabey schlägt sich die Feuchtigkeit aus ihr als Schneegestöber nieder, und hängt sich an den Hahn wie Eis-

zapfen. Daraus erklärt Darwin die Kälte auf den Gipfeln der Berge und in den höhern Gegenden der Atmoſphäre. Der Herr Abbé Gruber[r]) erinnert aber dagegen, daß die mechaniſche Ausdehnung der Luft keine unmittelbare Urſache der Kälte ſey, weil ſonſt in den torricelliſchen und boyleſchen Leeren die Kälte viel ſtärker ſeyn müßte; ſondern ſie rühre vielmehr daher, daß die ſchnell fortgehende dichtere Luft Wärmeſtoff mit ſich fortführe, welcher von andern benachbarten Körpern erſetzt werden müſſe.

Daß es gar keinem Zweifel unterworfen iſt, daß durch die Ausdünſtung Wärme abſorbirt, und daher Kälte erzeugt werde, haben außer den angeführten noch mehrere Phyſiker durch mancherley Verſuche aufs vollkommenſte erwieſen. Cavallo[s]) war mit Hülfe des Vitriolæthers im Stande, im Sommer, da das Fahrenh. Thermometer auf 64 Grad ſtand, ſelbiges in 2 Minuten auf + 3 d. i. 29 Grad unter dem Gefrierpunkt zu bringen. Merkwürdig war es dabey, was Cavallo bey dieſer Gelegenheit bemerkte. Im Sommer nämlich fror das auf dieſe Weiſe behandelte Waſſer oft erſt, wenn das in demſelben befindliche Thermometer ſchon 15 Grad nach Fahrenh. unter dem Gefrierpunkte ſtand; im Winter aber oft ſchon bey 2 Grad darunter. Herr Cavallo kann dieſes nicht erklären, und nach Herrn Lichtenberg's Meynung iſt es auch ſo leicht nicht zu erklären, wenn anders alles richtig zugegangen iſt. — Wenn aber alles ſeine Richtigkeit gehabt hat, konnte nicht dieſes

r) Bemerkungen über Darwin's Folgerungen aus Verſuchen ꝛc. in Grens Journal der Phyſ. B. III. S. 188.

s) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXXI. P. II.

dieses Phänomen durch die Wärme, welche im Sommer die umgebende Luft dem Wasser, um es flüssig zu erhalten, mittheilte, und welches, eben wegen des nöthigen Flüssigseyns desselben, dem Thermometer nichts weiter abgeben konnte, bewirkt werden?

Auch Herr de Saussüre t) hat über die Erkältung der Ausdünstung verschiedene Versuche auf dem Col du Geant angestellt. Er machte die Kugel eines Thermometers in der Mitte eines feuchten Schwammes fest, und schwang das Thermometer an einer daran gebundenen Schnur sehr schnell in der Luft herum. Hierdurch bekam er eine Abkühlung, welche bisweilen auf 8 Grad nach Reaum. ging. Umwand er die Kugel eines kleinen Thermometers mit feiner Leinwand, tauchte sie nachher in Aether, und bewegte sie nach dem Herausziehen nur mäßig schnell in der Luft, so bewirkte die Verdunstung des Aethers eine Kälte bis auf 27 Grad, nachdem er nämlich das Eintauchen des Thermometers in den Aether verschiedene mal wiederholt, und so lange in der Luft bewegt hatte, bis er weiter kein Fallen des Queckſilbers bemerkte.

Herr Prof. Heller u) in Fulda hatte sich vorgenommen, den Versuch mit dem Thermometer, welches durch Verdunstung der befeuchteten Kugel merklich herabsinkt, zu wiederholen. Er hieng daher ein Thermometer vor ein Fenster, wo die Sonnenstrahlen den größten Theil des Tages hintreffen konnten. Es waren Queckſilberthermometer mit kleinen Kugeln und der

t) Journal de physique. Mars 1789. in Grens Journal der Physik. B. I. S. 460.

u) Gilbert's Annalen der Physik. B. IV. S. 210 f.

der Sotheiligen Skale. In ſeinem Tagebuche bemerkte er zuerſt die Temperatur der Luft TL, dann die Temperatur des Waſſers TW, ſubtrahirte von der anfänglichen Temperatur des Waſſers den Grad, auf welchen das zweyte Thermometer während der Verdunſtung herabfiel und ſtehen blieb, bis es wiederum zur Temperatur der Luft zurückgehen wollte, und nannte dieſe Verdunſtungskälte VK. Zu gleicher Zeit beobachtete er Thermometer, Hygrometer und die Witterung, und bekam ſo während einiger Sommer eine große Anzahl von Beobachtungen von + 5° bis + 25° Reaum.

An dieſe Beobachtungen ging er mit folgendem Grundſatze: Waſſer von einer gegebenen Temperatur müſſe auch immer die nämliche Verdunſtungskälte zur Folge haben; fiele z. B. bey 8° das Thermometer während der Verdunſtung irgend einmal um 0,6°, ſo müſſe dieſes allzeit unter allen Umſtänden geſchehen, ſo oft die Temperatur des Waſſers + 8° wieder käme. Allein er wurde von dieſem Irrthum durch die Beobachtungen, die ihm etwas ganz anders lehrten, ſehr bald zurückgebracht. Da er nun den Einfluß der Verſchiedenheit der Verdunſtungskälten bey einerley Temperatur des Waſſers weder von der hygrometriſchen Beſchaffenheit der Luft, noch von dem veränderten Drucke der Atmoſphäre herleiten konnte, und doch, wie es ſchien, eine gleichförmig wirkende Kraft mit im Spiele war, ſo mußte auch ſie, ſeines Erachtens, an Tagen, wo eine gleichförmige, nicht veränderliche Witterung herrſchte, ſich zu erkennen geben, und bey der Vergleichung offenbaren. Daher beobachtete er an heitern Tagen mehrere mal. Als er nun fand, daß bey gleichförmiger Witterung zwey Tage hinter einan-

einander die nämliche Temperatur dennoch nicht gleiche Verdunstungskälte hervorbrachte, übrigens aber kein weiterer Unterschied als in der Zeit obwaltete, in welcher dieselbe Temperatur statt hatte; so kam er auf den Gedanken, daß die Ursache vielleicht an den Sonnenstrahlen liege, die am Ende doch warm machen, später aber gewiß mehr, als des Morgens früh. Hier schien ihm auf einmal ein Licht aufzugehen. Er schloß: wenn Wasser von einer gegebenen Temperatur von der Sonne erst einige Stunden nach ihrem Aufgange beschienen wird, so muß ihr schwächeres Licht eine viel kleinere Einwirkung auf den Wassertropfen haben, als das starke Mittagslicht bey gleicher Temperatur des Wassers, und umgekehrt. Hingegen muß eine gegebene Temperatur gleiche Verstärkungskälten zur Folge haben, wenn die Wirkung des gleich starken Lichts an zwey gleichförmigen Tagen zur nämlichen Stunde beobachtet wird; nur müssen die Tage der Zeit nach nicht sehr weit von einander entfernt seyn. Mit diesem Grundsatze durchmusterte er nun seine Beobachtungen, und fand darin Befestigung, so schwach auch seine Schätzung der Intensität des Sonnenlichts war und seyn mußte.

Endlich wurde er im Verfolge seiner Beobachtungen gewahr, daß gegen den Abend ganz heiterer Tage die Temperatur des Wassers und der Luft um seinen Apparat herum so verschieden wurden, daß er darüber in Erstaunen gerieth. Die Folgen seiner Beobachtungen überzeugten ihn von dieser Sache. Wenn nämlich sein Apparat beynahe den größten Theil eines heitern Tages der Sonne ausgesetzt war, so kam er nach 4 Uhr Abends, vermöge seiner Lage, ziemlich schnell in Schatten, und erfuhr dadurch die Einflüsse des

Lichts

Lichts und des Schattens in kurzen Intervallen. Wenn dagegen der Himmel an einem Tage gleichförmig bedeckt war, ſo hielten ſich die beyden Temperaturen etwas näher zuſammen, ſowohl Morgens als Abends, und ließen keine ſo großen Unterſchiede zu. Dieſe Erfahrung beſtärkte ihn in ſeinem angeführten Grundſatze aufs vollkommenſte. Die Auflöſung dieſes Problems fand er in einem Briefe des Herrn de Lüc an de la Metherie, wo er ſagt: es gibt in der Atmoſphäre noch ein anderes Phänomen der Wärme, das man nicht zu erklären geſucht hat, nämlich ihre plötzliche Verminderung an ſchönen Tagen nach dem Untergange der Sonne. Die Urſache dieſer Verminderung liegt darin: die Sonnenſtrahlen bilden neues Feuer, und die zweyte Function der Sonnenſtrahlen iſt, ſie bringen in dem Feuer, das ſie berühren, eine Vermehrung der expanſiven Kraft zuwege, welche die Nacht hindurch aufhört. Dieß erklärt nach Herrn Heller's Ueberzeugung den von ihm beobachteten Unterſchied der Verdunſtungskälte bey gleicher Temperatur des Waſſers aufs vollkommenſte. Es kam nämlich in ſeinen Beobachtungen nicht bloß auf die abſolute Menge von Wärme an, welche das Waſſer hatte, das verdunſten ſollte, ſondern es kam auch auf die Menge und Stärke des Lichts an, das jene Wärme berührte. War bey gleicher Menge von Wärme die Menge und Stärke des einfallenden Sonnenlichts größer, ſo war auch die Verdunſtung größer wegen vermehrter Expanſivkraft, und umgekehrt.

Herr Heller bemerkt noch, daß ſich hierdurch die Verſchiedenheit der Verdunſtungskälten bey einerley Temperatur des Waſſers an einem hellen Tage in verſchiedenen Jahrszeiten, z. B. Frühling und Som-

Sommer, in verschiedenen Stunden des nämlichen Tages u. s. w. erklären lasse. Es bleibe also das Maaß der Ausdünstungskälten ungewiß, wenn es nicht durch ein Messen der Intensität des Sonnenlichts unterstützt werde.

Durch die Entdeckung der verschiedenen Vertheilung der Wärme in verschiedenen Körpern wurden aber besonders die Erscheinungen der durch die Kunst bewirkten Kälte ungemein aufgehellt. Nach neuern Versuchen bringt die Schwefelsäure die größte Kälte hervor; nächstdem der rauchende Salpetergeist, gemeines Kochsalz und Salmiak; der reine Salpeter aber im geringsten Grade [x]). Noch neuere Versuche über die Hervorbringung künstlicher Kälte hat Richard Walker [y]), Apotheker zu Oxford, angestellt. Die stärkste kaltmachende Mischung fand er aus 2 Theilen starker rauchender Salpetersäure mit 1 Theile destillirtes Wasser, worin 4 Theile gepulvertes krystallisirtes Glaubersalz geschüttet und wohl umgerührt worden. Sind die Salze recht trocken und durchsichtig, so bringt diese Mischung das Thermometer 52 Fahrenh. Grade herab, es sinkt nämlich von + 32 bis — 20. Er fand ferner, daß eine Mischung von 12 Theilen Schnee oder gestoßenes Eis, 5 Theilen Kochsalz und 5 Theilen von einem Pulver aus gleichen Theilen Salmiak und Salpeter, eine Kälte von — 18° Fahrenh. zuwege brachte. 12 Theile Schnee oder gestoßenes Eis, 5 Theile Kochsalz und 5 Theile salpe-

x) An account of experiments made by *M. John* M. Nab at Henlay-House, Hudsonsbay, relating to freezing mixtures by *Henry Cavendish.* Lond. 1780. 4.

y) Philos. Transact. Vol. LXXVIII. P. II. p. 277. in Grens Journal der Phys. B. I. S. 419.

salpetersaures Ammoniak bewirkten eine Kälte von — 25°. 3 Theile Schnee oder gestoßenes Eis und 2 Theile verdünnte Salpetersäure, beyde zu 0° Fahrenh. vermischt, erzeugten eine Kälte von — 46° Fahrenh. 3 Theile Schnee, 2 Theile verdünnte Salpetersäure, beyde bey + 30° Fahrenh., brachten das Thermometer bis — 24°. Gleiche Theile Schnee und verdünnte Schwefelsäure, beyde bey — 20° Fahrenh. vermischt, brachten eine Kälte von — 50° hervor.

Herr Lowitz z) in Petersburg hat über diesen Gegenstand noch mehrere Versuche angestellt. Gleiche Theile Schnee und krystallinisches Gewächsalkali, beyde von — $6\frac{1}{2}$° Reaum., brachten — 34° Kälte. Darin konnte er Quecksilber gefrieren machen. Bey der Temperatur der Materialien von — 1° Reaum. brachte Schnee und trockenes ätzendes Gewächsalkali eine Kälte von — 21°, Aetzlauge — 27°, krystallisirtes ätzendes Mineralalkali — 21°, ätzender Salmiakgeist — 5°, kohlensaures Ammoniak — 17°, gewöhnliches Scheidewasser — 19°, rauchende Salpetersäure — $24\frac{1}{2}$°, concentrirte Schwefelsäure — 19°, rauchende salzige Säure — $27\frac{1}{2}$°, concentrirte Essigsäure — 22°, flüssiger Eisessig — 22°. Bey einer Temperatur von — $2\frac{1}{2}$ Reaum. bewirkt mit Schnee trockenes Weinsteinalkali — 22°, salpetersaure Kalkerde — 22°, fein geriebene Spießglanzbutter — 22°, salzigsaure Talkerde — 24°, essigsaures Gewächsalkali — $26\frac{1}{2}$°, salzigsaures Eisen — $28\frac{1}{2}$, salzigsaure Kalkerde — 38°. Das vortheilhafteste Verhältniß von Schnee und salzigsaurer Kalkerde zur Hervor-

z) Versuche über die Hervorbringung der Kälte in Crells chem. Annalen. 1796. B. I. S. 529.

Hervorbringung der größten Kälte sind zwey Theile des erstern und drey Theile des letztern; bey + 21° der Materialien kommt das Gemisch auf − 39°, und geht also unter den Gefrierpunkt des Queckſilbers.

Walker a) hat nachher noch mehrere Versuche zur Hervorbringung künstlicher Kälte, durch Auflösungen von Salzen in Wasser und in Salpetersäure, angestellt. Er bereitete sich hiezu einen künstlichen Schnee; er ließ nämlich Wasser in einer Röhre künstlicher Weise gefrieren, und das Eis alsdann zu einem feinen Pulver zermahlen. Hierdurch ward es ihm leicht, das Queckſilber zum Gefrieren zu bringen. Dazu erfand er sich einen eigenen ganz einfachen Apparat, in welchem das Queckſilber in wenigen Minuten zu Eis wurde, wenn die Temperatur der Luft 85° Fahrenh. nicht überstieg. Das Gefäß (fig. 21.) besteht aus einem Stück. Sein Körper aa ist unten offen und faßt 2 Pinten. Die Röhre b ist oben offen und unten verschlossen; sie hält 5 Unzen und ist nach dem Boden zu etwas enger. Das Gefäß wird umgekehrt mit der kaltmachenden Materie angefüllt, hierauf zuerst mit Wachspapier, und dann mit nasser Blase verschlossen. Hiernächst kehrt man das Gefäß wieder um, stellt es in eine Schüssel, rührt 1 Unze rauchende Salpetersäure in die Röhre b mit der Vorsicht, daß die Wände über der Säure nicht davon befeuchtet werden, und legt ein rundes passendes Stück Papier, welches mit etwas geschmolzenem

a) Beobachtungen über die beste Methode, Kälte künstlicher Weise hervorzubringen. In Grens neuem Journ. der Physik. B. III. S. 458 f.

zenem Jungfernwachs überzogen wird, auf die Säure. Hierauf gießt man vorſichtig 1½ Unze Regenwaſſer oder deſtillirtes Waſſer in die Röhre und verſtopft ſie mit einem Kork. Sobald das Waſſer gefroren iſt, ſchabt man das Eis zu einem feinen Pulver vermittelſt eines beſonders dazu eingerichteten Inſtruments. Iſt dieß geſchehen, ſo läßt man die kaltmachende Miſchung ſchnell aus dem Gefäß a a heraus, indem man den Bindfaden durchſchneidet, und den Verband wegnimmt. Man durchſtößt mit einem gläſernen oder hölzernen Stabe die Scheidewand zwiſchen dem gepulverten Eiſe in der Röhre b und der darunter befindlichen durchkälteten Salpeterſäure, bringt die Thermometerkugel mit dem zu gefrierenden Queckſilber hinein, und rührt alles wohl und ſchnell unter einander.

Wenn man Eis haben kann, ſo kann man ſich deſſelben eben ſo ſicher bedienen, und hier mit weit geringern Koſten die kaltmachende Miſchung hervorbringen. Uebrigens müſſen die Gefäße zu dieſen Verſuchen dünn und aus den beſten Leitern des Wärmeſtoffs gemacht ſeyn. Denn dünne Gefäße rauben der Miſchung weniger Kälte als dicke, und die beſſern Leiter des Wärmeſtoffs laſſen auch die Kälte leichter durch. Herr Walker bediente ſich hiezu des Zinns, das er durch einen Ueberzug von geſchmolzenem Wachſe gegen die Einwirkung der Säuren hinlänglich ſicherte. Wenn aber alles gut von ſtatten gehen ſoll, darf das Verhältniß der kaltmachenden Miſchung zu den zu erkaltenden Materialien nicht geringer ſeyn, als 12:1; ein größeres Verhältniß iſt deſto beſſer.

Folgende Miſchungen fand Walker zur Hervorbringung künſtlicher Kälte ſehr wirkſam

Salze

Salze	Flüſſigkeiten	hervorgebrachte Temperatur
Salmiak 5 Th. Salpeter 5 -	Waſſer 16 Th.	+ 10° Fahr.
Salmiak 5 - Salpeter 5 - Glauberſalz 8 -	Waſſer 16 -	+ 4° -
Salpeterſaures Ammoniak 1 Th.	Waſſer 1 -	+ 4° -
Salpeterſaures Ammoniak 1 Th. Sodaſalz 1 -	Waſſer 1 -	— 7° -
Glauberſalz 3 Th.	Verdünnte Salpeterſ. 1 Theil -	— 3° -
Glauberſ. 6 - Salmiak 4 - Salpeter 2 -	Verdünnte Salpeterſ. 4 Theile -	— 10° -
Glauberſ. 6 - Salpeterſ. Ammoniak 5 Th.	Verdünnte Salpeterſ. 4 Theile -	— 14° -
Phosphorſ. Mineralalkali 9 Th.	Verdünnte Salpeterſ. 4 Theile -	— 12° -
Phosphorſ. Mineralalkali 9 Th. Salpeterſ. Ammoniak 6 Th.	Verdünnte Salpeterſ. 4 Theile -	— 21° -
Glauberſ. 8 Th.	Salzſäure 5 Th.	— 0° -
— 5 -	Verdünnte Schwefelſäure 4 Theile	+ 3° -

Die verdünnte Salpeterſäure beſtand aus 2 Theilen rauchender Salpeterſäure und 1 Theil deſtillirtem Waſſer, die verdünnte Schwefelſäure aus gleichen Theilen Vitriolöl und Waſſer.

Die Herren Fourcroy und Vauquelin b) haben die Lowitziſchen Verſuche wiederholt. Als ſie nach Lowitz Art 8 Theile ſalzſaure Kalkerde mit 6 Theilen lockern Schnee miſchten, ſank das hundertheilige Thermometer, indem die Miſchung ſchmolz, bis auf — 39°, und bis auf — 43° (d. h. auf — 34.4° nach Reaum.), als man eine zweyte ſolche Miſchung in einem Glaſe machte, welches in der erſtern Miſchung ſtand.

Eine Maſſe Queckſilber von wenigen Granen wurde bey — 42° (— 33,6° nach Reaum.) feſt. Nimmt man eine etwas beträchtlichere Menge Queckſilber, ſo wird das innere der Maſſe nicht feſt, und gießt man das Flüſſige ab, ſo findet man octaedriſche Queckſilberkryſtalle. Nach einer Nachricht in der Decade philoſoph. an 7. n. 14. haben beyde Chemiker eine Maſſe von 20 Pfund Queckſilber völlig zum Frieren gebracht. In einem Schmelztiegel von Platina ſoll das Queckſilber innerhalb 30 Sekunden, in Porzellan oder in irdenen Schmelztiegeln erſt in zwey Minuten gefroren ſeyn.

Flüſſiges völlig geſättigtes Ammoniak ſchoß in weißen Nadeln an bey — 42°, und verlor zum Theil ſeinen Geruch, bey — 47 oder — 49 verwandelte es ſich in eine gallertartige Maſſe.

Salpeterſäure mit Salpetergas gemiſcht ſchießt gleichfalls bey — 40° in rothen Nadeln an, und verwandelt ſich in eine Art von Butter. Salzſäure friert leicht bey — 42° in eine gelbe, körnige Art von Butter.

Gut

b) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. I. S. 479 f.

Gut rectificirte Schwefelsäure krystallisirt sich bey einer Kälte von — 44° in weißliche Blättchen, und wird endlich zu einer dunkeln weißen Masse. Hingegen fror Alkohol in dieser Kälte nicht, welches eine große Verschiedenheit unter diesen Stoffen beweist.

Taucht man den Finger in diese frosterregende Mischung, so fühlt man einen Schmerz gleich einem heftigen Drucke im Schraubenstock. In 4 Sekunden wurde der Finger so weiß wie Schnee, ohne Empfindung, und ließ sich nur mit Mühe wieder ins Leben bringen.

Dieselben Herren haben ihre lehrreichen Versuche über künstliche Kälte vom 19ten Januar 1799. in einem Hofe, der zur Ecole des mines gehört, fortgesetzt. Das Reaum. Queckſilberthermometer stand um 11 Uhr Morgens — 6°, und in dieser Temperatur mischten sie in einem irdenen Gefäße 27 Unzen salzsaure Kalkerde und 18 Unzen Schnee, von gleicher Temperatur mit der Luft, mit kleinen hölzernen Spaten unter einander. Ein Weingeistthermometer in diese Mischung gebracht sank innerhalb 2 Minuten bis auf — 38°. Acht Unzen Queckſilber in einem Tiegel von Platina, eine Viertelstunde lang in diese Mischung gestellt, kamen nicht zum Frieren, indeß 2 Unzen von demselben Queckſilber in einer Glaskugel nach wenigen Minuten darin froren. Im erstern Falle fror also das Queckſilber nicht, bloß wegen seiner großen Masse und seiner schweren Durchdringlichkeit.

Hierauf mischten sie aufs neue 8 Unzen salzsaure Kalkerde und 6 Unzen Schnee in einem Glase, das bis an den Rand in die vorige Mischung versenkt wurde. Ein Weingeistthermometer sank in diesem

Glaſe in wenigen Sekunden bis auf — 43°, und die 8 Unzen Queckſilber im Platinatiegel froren darin in ſehr kurzer Zeit, und zwar ſo, daß ſie ſich dabey kryſtalliſirten. Da in ihrer Mitte noch einiges Queckſilber flüſſig blieb, ſo goß man es ab, und dadurch entſtand eine Hölung in Form eines abgeſchnittenen Kegels, deſſen ſchmälere Grundfläche den Boden des Tiegels berührte. Dieſe ganze Höhlung war mit Kryſtallen von einer unverkennbaren octaedriſchen Geſtalt umzogen. Man legte dieſe Maſſe kryſtalliſirtes Queckſilber in eine porzellanene Kapſel, und ob ſie gleich unter 7 bis 8 Perſonen von Hand zu Hand ging, ſo wurde doch die ganze Maſſe darin erſt nach 3 bis 4 Minuten wieder flüſſig. Das Queckſilber ließ ſich (gleich geſchmolzen Bley, das feſt zu werden anfängt) dehnen, und mit dem Finger eindrucken. Wenn man den Tiegel einige Sekunden lang hielt, oder den Finger in die Miſchung tauchte, empfand man zugleich mit der ausnehmenden Kälte ein heftiges Drucken, dem ähnlich, das ein Schraubenſtock bewirkt. Beym Herausziehen war der Finger weiß wie Papier und ohne Empfindung; nur wenn man ihn ſogleich in Schnee ſteckte, dann vor und zuletzt in den Mund hielt, ließ er ſich ohne Schmerz wieder ins Leben bringen. Hätte man den Finger länger in der Miſchung gelaſſen, ſo würde unfehlbar alles Leben in demſelben erloſchen und der Krebs daran getreten ſeyn.

Man ſetzte einen Platinatiegel mit flüſſigem Ammoniak und ein Glas mit oxydirter Salzſäure in die froſterregende Miſchung, als ihre Miſchung — 39 Grad betrug. Das Ammoniak verwandelte ſich in eine graue halbdurchſichtige Maſſe, dem Leime oder

viel-

vielmehr dem gelée de ſilice (Kieſelfeuchtigkeit) ähnlich, und in dieſem Zuſtande hatte es viel von ſeinem Geruche verloren. Die überſäuerte Salzſäure verdichtete und kryſtalliſirte ſich nach ihrer gewöhnlichen Art zu einer gelben, etwas grünlichen und körnigen Maſſe von der Conſiſtenz des Fettes. Man miſchte dieſe beyden gefrornen Maſſen mittelſt eines ſilbernen Löffels zuſammen in dem Tiegel von Platina, den man bey dem jedesmaligen Hinzuſchütten erſt herauszog. Es entſtand ſogleich ein lebhaftes Aufbrauſen, und es entwickelten ſich weiße Dämpfe von einem eigenen ſtechenden Geruche, der jedoch mit dem Geruche des oxydirten ſalzſauren Gas Aehnlichkeit hatte. Mitten in dem Verſuche tauchte man den Tiegel, worin beyde Stoffe gemiſcht wurden, wieder in die froſterregende Miſchung, und immer fror alsdann nur das Flüſſige.

In eine Miſchung von ſalzſaurer Kalkerde und Schnee, in der das Thermometer auf — 35° ſtand, wurde ein kleiner Kolben mit ſehr reinem und gut rectificirtem ſchwefelſauren Aether getaucht. Nach einigen Minuten, während deren man das Gefäß hin- und herſchüttelte, wurde der Aether allmählig milchig, und ſetzte ſich dann plötzlich in eine weiße Maſſe, die aus einer Menge kleiner Kryſtalle beſtand. Auch der Aether verlor hiebey viel von ſeinem Geruche. In einer Kälte von — 25° kryſtalliſirte er ſich, als das Gefäß ruhig blieb, in längliche, weiße, glänzende und durchſichtige Blättchen, dem überſäuerten ſalzſauren Kali, oder der Benzoeſäure ähnlich. Alkohol ließ ſich bey dieſer Temperatur nicht zum Frieren bringen.

Man sieht aus diesen und den ersten Versuchen, daß Ammoniak, langsam und allmählig von — 30° bis — 33° erkältet, sich krystallisirt, indeß es bey einer plötzlichen Kälte von — 38 bis — 40° sich in eine Art von gelée oder Leim setzt, der fast ohne Geruch ist. Der Aether friert und krystallisirt sich sehr regelmäßig bey — 35°. Daß man den Alkohol in einer solchen Temperatur nicht zum Frieren bringen kann, ist allerdings zu bewundern; es zeigt aber, daß die Bestandtheile beyder Stoffe in wesentlich verschiedenen Verhältnissen und Anziehungen zu einander stehen müssen, und daß Alkohol die einzige thermoskopische Substanz ist, deren man sich in großer Kälte bedienen kann.

Die Versuche, mehrere brennbare und salzige Gasarten durch Kälte tropfbar flüssig und gefrieren zu machen, besonders schwefelsaures Gas, salzsaures Gas und schwefelhaltiges Wasserstoffgas, blieben fruchtlos. Die meisten dieser Gasarten zogen sich bey dieser Kälte bis unter $\frac{1}{4}$ ihres vorigen Umfangs zusammen. Fourcroy hatte die Absicht, dieses ihr Zusammenziehen mittelst einer Queckſilberröhre zu messen, in welcher das Queckſilber beym Zusammenziehen allmählig sinkt. Allein das Queckſilber sank so schnell und plötzlich, daß es unmöglich war, es beym Sinken wieder zu ergänzen.

Nicht weniger neu und unterhaltend sind die Versuche mit künstlicher Kälte, nach Lowitzens Art erregt, welche der Graf von Mussin Puschin, Vicepräsident des Bergwerkscollegiums in Petersburg, schon 1797. am 5ten Decemb. in Gegenwart des Herrn Lowitz anstellte. Er setzte in einer schicklichen Vorrichtung flußspathsaures Gas, in welchem Kieselerde aufge-

aufgelößt war, dieser Kälte aus, in Hoffnung, es würde dadurch, gleich dem zündenden Salzgas, in einen festen Zustand gebracht, und die Kieselerde unter einer merkwürdigen Gestalt abgesetzt werden. Allein obgleich die Kälte — 36 bis — 40° nach Reaum. betrug, so blieb doch die Flußspathsäure mit der aufgelößten Kieselerde in Gestalt einer elastischen Flüssigkeit, und konnte durch diese Kälte nicht einmal genöthigt werden, einen Theil der aufgelößten Kieselerde abzusetzen. Als man 1 Pfund Wasser in die Vorlage goß, worin die Säure war, fror dieses augenblicklich, zugleich setzte sich eine beträchtliche Rinde von Kieselerde ab, und nach dem Aufthauen war dieses Wasser sehr sauer, wie ein starker Weinessig.

Rauchendes Nordhäuser Vitriolöl, caustisches flüssiges Ammoniak, und phosphorsaures bis zur Consistenz des Vitriolöls eingedicktes Ammoniak froren, dieser Kälte ausgesetzt, zum Theil; die beyden erstern zeigten sich dabey in ihrer bekannten Krystallenform, das letztere dagegen wie ein streifiges Gewebe. Alle drey blieben eine beträchtliche Zeit hindurch fest. Rauchender Salpetergeist, so wie die gewöhnliche Salpeter- und die Salzsäure, konnten, aller Bemühungen ungeachtet, nicht zum Frieren gebracht werden.

Eben so wenig gelang es ihnen, nach der Methode des Herrn van Mons eine Mischung von Wasser und Alkohol in einer Retorte völlig zum Frieren zu bringen, und dann durchs bloße Auflegen der Hand aus der Retorte in die damit verbundene Vorlage einen Alkohol überzutreiben, dessen Flüchtigkeit so groß seyn soll, daß 2 Quentchen, welche man aus einer Höhe von 6 Fuß herabfallen läßt, verfliegen, bevor sie den Boden erreichen. Sie mochten auf 1 Theil

Alkohol 3 oder 2 Theile Wasser nehmen, nie konnten sie die Masse ganz zum Frieren bringen. Im ersten Falle schoß nur $\frac{3}{4}$ der Masse auf dem Boden der Retorte in Eisstrahlen an, und im zweyten gefror höchstens $\frac{5}{6}$ des Ganzen. Es entstanden in der Flüssigkeit innere Bewegungen den Meereswellen gleich; kleine Schichten der Flüssigkeit erhoben sich und fielen nieder, wobey sich zwar von Zeit zu Zeit einige Luftblasen entbanden, die aber nicht die Ursache dieser Bewegung seyn konnten, welche der Graf vielmehr der Scheidung des Weingeistes vom gefrierenden Wasser zuschreibt. Als man 10 Theile Wasser zu 1 Theil Alkohol goß fror zwar fast die ganze Masse, da die Kälte — 38° war, aber selbst wenn man eine stark erhitzte eiserne Schaufel dem Gewölbe der Retorte näherte, ging kein Dampf in die Vorlage über.

Folgende Versuche betreffen bloß das Gefrieren des Queckſilbers. Zanetti der ältere stellte die ersten zu Paris an. Am 14ten Januar mischte er bey einerley Temperatur von 7° unter dem Gefrierpunkte 8 Theile salzsaure Kalkerde, 7 Theile Schnee und 2 Theile salzsaures Ammoniak, und that dieses theils in Glas, theils in ein Porzellangefäß, in welches das Glas zur Vermehrung der Kälte gesetzt wurde. Darauf stellte er in die obere Schale ein weites mit Queckſilber gefülltes Glas, und sah, daß das Metall in wenigen Augenblicken seinen flüssigen Zustand verließ. Nach 16 Minuten war es dehnbar und ließ sich hämmern wie Bley. Dieses Metall wurde darauf in 6 Unzen Wasser von 75° Wärme gelegt, nach einigen Minuten wurde es darin wieder flüssig, und nun zeigte das Wasser 45° Wärme.

Als

Als er in eine zweyte Mischung nach denselben Verhältenissen ein Glas mit gewöhnlichem Branntwein setzte, fror dieser sogleich; rectificirter Weingeist wurde erst in einigen Minuten fest. Als er aber in das Glas ein trockenes Stück Katzenfell legte, fror die Flüssigkeit gar nicht. Vitriolnaphtha rectificirt, brachte dieselbe Wirkung hervor, und auch das Affenfell hat dieselbe Eigenschaft, das Gefrieren der Flüssigkeit zu verhindern.

Um dieselbe Zeit brachte zu Rotterdam Herr W. Rouppe Quecksilber durch künstliche Kälte, die er nach Lowitz Art durch salzsaure Kalkerde und Schnee erregte, zum Gefrieren, sowohl den 4. Jan. Abends um 7 Uhr, da das Fahrenh. Thermometer auf 19°, und das de Lücsche Hygrometer auf 89° stand, als auch den 31. Jan. Morgens um halb 9 Uhr, da erstieres 15° und letzteres 83° zeigte. Ein Quecksilberthermometer in diese Mischung gesetzt fror in einigen Minuten, und das gefrorne Quecksilber fiel beyde mal auf — 100°, indeß ein mit Aether gefülltes und mit jenem gleich stehendes Thermometer — 49° zeigte.

Schon einige Jahre vorher hatten Herr Hasenfratz und einige französische Physiker Versuche über die künstliche Kälte angestellt. Es wurde Salpetersäure, die das specifische Gewicht 1,526 hatte, so lange mit Schnee verdünnt, bis sich bey dieser Mischung keine Wärme weiter entwickelte. Das specifische Gewicht der verdünnten Säure war 1,42, und ihre Temperatur — 9°, dieselbe als die Temperatur der Atmosphäre. Darauf machten sie eine zweyte Mischung aus 3 Theilen Schnee und 1 Theile Kochsalz, welches noch sein Krystallisationswasser hatte, wodurch eine Temperatur von — 17° entstand. Diese

behielt

behielt die Miſchung unverändert 3 Tage lang, obgleich die Temperatur der Luft zwiſchen + 5 und — 9° ſchwankte. Nur erſt, als alles Salz geſchmolzen war, nahm ſie die Temperatur der Luft an.

In dieſe zweyte Miſchung wurde ein Glas mit Schnee und ein Glas mit der verdünnten Salpeterſäure geſetzt. Letztere erkaltete in einer halben Stunde bis zur Temperatur — 17°, der Schnee hingegen nicht ganz ſo ſtark. Darauf ſchüttete man den Schnee mittelſt eines verzinnten Blechlöffels nach und nach in die Salpeterſäure, und rührte dieſe um. Ein Weingeiſtthermometer, das in der Säure hing, fiel während 10 Minuten ſehr merklich, bis auf — 31°, und das war die größte Kälte, bis zu der man gelangen konnte. Denn wurde alsdann noch mehr Schnee hinzugethan, ſo ſchwamm dieſer in Geſtalt einer kleinen Eiskruſte auf der Säure, und die Temperatur erhöhete ſich.

Bey dieſer äußerſten Kälte ging das Queckſilber in einer Glasröhre, welche ebenfalls in dieſe Miſchung gehalten wurde, in den Zuſtand der Feſtigkeit über, wobey derjenige, der ſie hielt, einen kleinen Stoß in der Hand zu fühlen glaubte, wahrſcheinlich weil das Queckſilber ſich (gleich dem Phosphor) beym Feſtwerden plötzlich in einen kleinern Raum zuſammenzog. Ein Theil des Queckſilbers war kryſtalliſirt. Von dem feſten Zuſtande deſſelben verſicherte man ſich durch Hämmern; Ambos und Hammer waren beyde in der zweyten Miſchung bis auf — 17° erkältet worden. Es ließ ſich dabey ſtark dehnen. Als man es eine Zeit lang in der Hand hielt, entſtand derſelbe Schmerz als beym Verbrennen. Die Stelle, die das Queckſilber

silber berührt hatte, ward weiß, unterlief nachher roth und schmerzte mehrere Tage lang.

Zuletzt wurden noch folgende zwey interessante Versuche angestellt:

1. Man goß in einen Schmelztiegel aus Kohlenstaub 8 Unzen Queckſilber, dessen Temperatur nach einem sehr empfindlichen Thermometer, das in das Queckſilber getaucht wurde, + 8 Grad betrug; das Queckſilber im Thermometer wog 66,88 Decigrammen. In diese Queckſilbermasse, die also überhaupt 2512,61 Decigrammen wog, schüttete man 515,9 Decigrammen Queckſilber, das im Begriff zu gefrieren war, indem die Oberfläche, die sonst convex steht, schon concav geworden war. Nach dieser Vermischung sank das Thermometer auf o Grad.

2. Darauf warf man in diese Queckſilbermasse, wie vorhin, deren Temperatur jedoch nur — 3° betrug, eine Kugel aus gefrornem Queckſilber, ebenfalls wieder 515,9 Decigrammen schwer. Nachdem diese Kugel gänzlich geschmolzen war, stand das Thermometer auf — 20°.

In beyden Versuchen sank das Thermometer so schnell, daß sich darüber keine Beobachtung anstellen ließ; darauf blieb es einen Augenblick stehen, und dieß war der Zeitpunkt, zu welchem die angegebenen Thermometerstände gehören; dann stieg es allmählig wieder. In beyden Fällen läßt sich die Wärme des Kohlentiegels und der Thermometerröhre nicht in Rechnung bringen; doch konnte ihr Einfluß auf das Resultat der Versuche nur sehr geringe seyn, da die Kohle ein schneller Wärmeleiter ist.

Setzt

Setzt man die Maſſe des Queckſilbers im Tiegel und in der Thermometerröhre gleich $\alpha = 2512{,}61$ Decigrammen, welche beym erſten Verſuche eine Temperatur von $+8°$, beym zweyten eine von $-3°$ hatte, und die Maſſe des hinzugebrachten gefrierenden Queckſilbers $= \beta = 515{,}9$ Decigrammen, ſo wurde dadurch die Temperatur des Gemiſches im erſten Falle auf 0, im zweyten auf $-20°$ gebracht. Geſetzt alſo, Queckſilber ſey in allen Temperaturen durch eine gleiche hinzukommende Wärmemenge immer gleich ausdehnbar, und es gefriere bey $-n°$: ſo müßte zu Folge des erſtern Verſuchs $8.\alpha = -n\beta$, folglich $n = -\frac{8\alpha}{\beta} = -\frac{20100{,}88}{515{,}9} = -39°$ ſeyn. Allein vermöge eines vorigen Verſuchs iſt der Gefrierpunkt des Queckſilbers, nach einem Weingeiſtthermometer, bey $-31°$; ein Zeichen, daß das Queckſilber, wenn es zum Gefrieren kommt, von derſelben Wärmemenge nicht ſo ſtark ausgedehnt wird, als in höhern Temperaturen. Darin ſtimmt es mit dem Waſſer überein, welches nahe beym Froſtpunkte durch Wärme ſogar wieder ausdehnbarer iſt, als Glas, und deſſen Ausdehnbarkeit bey höherer Temperatur, zumal beym Siedpunkte, ſehr ſchnell zunimmt. Hätten Tiegel und Glasröhren keine Wärme hergegeben, ſo würde die Temperatur der Miſchung etwas unter 0 geweſen, und daher in der Form $n = -\frac{8\alpha}{\beta}$ ſtatt 8 ein etwas größerer Coefficient hineingekommen ſeyn. Schwerlich dürfte aber dieß ſo viel betragen haben, daß man $n = -39°{,}5$ ſetzen könnte.

Im zweyten Verſuche, wo die Temperatur der Maſſe $\alpha = -3°$, und die des Gemiſches $-20°$ war,

war, betrug die Erkältung der Masse α — 17°. Diese Erkältung wurde von zwey verschiedenen Ursachen bewirkt: 1. durch das Schmelzen der festen Queckssilbermasse β; 2. dadurch, daß die geschmolzene Masse noch bis zu einer Temperatur von — 20° erwärmt ward, wozu, wenn der Gefrierpunkt des Queckssilbers — 31° ist, 11° Wärme nöthig wäre. Nun aber wurde im ersten Versuche, indem die Queckssilbermasse β sich nur 31° erwärmte, die Queckssilbermasse α um 8° erkaltet. Setzt man daher das Queckssilber in allen Temperaturen gleich ausdehnbar, so muß, indem die Masse β um 11° erwärmt wird, die Masse α sich um den Theil von 8° erkälten, der 31° von 11° sind, d. h. um $\frac{8.11}{31} = 2{,}84$ Grad.

Zieht man die Wärme, durch welche das flüssig gewordene Queckssilber β von — 31° bis zu — 32° erwärmt wurde, von der ganzen Wärmemenge ab, welche die ganze Masse α bey Vermischung mit der gefrornen Masse β verlor, d. h. von 17°, so erhält man, wie viel von dieser Wärme beym Uebergange des Queckssilbers β aus dem festen in den flüssigen Zustand verschluckt wurde, nämlich so viel, daß das durch die Masse α um 14°,16 erkaltet werde, folglich die Masse β um so viel mal mehr, als sie kleiner als α ist, d. h.:

$$\text{um } \frac{\alpha}{\beta}.14°,16 = \frac{2512,61}{515}.14°,16 = 68°,96.$$

Wenn daher eine gefrorne Queckssilbermasse schmilzt, und sich in laufendes Queckssilber von derselben Temperatur als das gefrorne verwandelt, so verschluckt sie dabey so viel Wärme, daß die Temperatur von

von einer gleichen Maſſe laufenden Queckſilbers dadurch um 68°,96, oder von — 31° bis auf + 37,96 erhöht werden würde; vorausgeſetzt, das Queckſilber ſey in allen Temperaturen durch Wärme gleich ausdehnbar. Da es aber in den niedrigern Temperaturen weniger ausdehnbar iſt, ſo iſt der berechnete Wärmegrad von 2°,84 etwas zu klein, mithin die Wärme von 68°,96 etwas zu groß. Setzt man mit Cavendiſh den Froſtpunkt des Queckſilbers auf — 32°,5, ſo findet ſich dieſe Wärme gleich 67°,7. Nun aber weiß man aus ähnlichen Verſuchen, daß Eis bey ſeinem Aufthauen, wenn das Waſſer gleichfalls die Temperatur 0° behält, 60° (nach Black's Verſuch. 62°,2) Wärme verſchluckte. Hiernach ſcheint alſo das Waſſer mit dem Queckſilber ſehr nahe, wo nicht genau übereinzuſtimmen.

Aehnliche Verſuche ſtellte Herr Guyton im Laboratorio der polytechniſchen Schule an. Unter dieſen ſind ihm folgende Erfahrungen eigen: Kali mit Alkohol präparirt, und in einem gleichen Gewichte von Waſſer aufgelößt, fror nicht bey — 43° des Centeſimal-Thermometers.

Ammoniakgas aus recht trockenem Kalke und ſalzſaurem Ammoniak bereitet, das man in zwey zuſammenhangende Ballons, die mit einer froſterregenden Miſchung umgeben waren, aus einem in den andern ſteigen ließ, verdichtete ſich bey einer Kälte von — 41° (32°,8 nach Reaum.) zu einer tropfbaren Flüſſigkeit, die im erſten Ballon bald zu einer feſten Maſſe fror, im zweyten aber flüſſig blieb. Als darauf die Temperatur des Apparats bis auf — 21° ſtieg, wurde die feſte Maſſe des erſten Ballons wieder zu einer tropfbaren Flüſſigkeit, und die Flüſſigkeit des zweyten

zu

zu Gas. Es scheint, als sey das Ammoniakgas, das in die Ballons stieg, feucht gewesen, und als habe das beygemischte Wasser das Frieren desselben im ersten Ballon veranlaßt. Das, was in den zweyten Ballon überstieg, war durch den Frost, den es im ersten erlitten hatte, ausgetrocknet, und verwandelte sich deshalb nur in tropfbares Ammoniak, welches bey der Rückkehr von hinlänglicher Wärme wieder in den gasartigen Zustand überging. Ein Zufall störte diesen Versuch, und machte die Resultate unsicher, daher sich Guyton vornahm, ihn zu wiederholen.

Guyton suchte auch das Verhältniß wieder zu finden, nach welchem Schnee und Salze zu mischen sind, um die größtmöglichste Kälte zu erzeugen. Dieses bestimmte er mittelst einer einfachen Rechnung aus den bekannten Sättigungsverhältnissen des Wassers mit Salzen unter verschiedenen Temperaturen, indem er zeigt, daß dazu gerade so viel Salz erfordert wird, als nöthig ist, um das Wasser bey der Temperatur, die man bezweckt, völlig zu sättigen. Denn alsdann muß die Mischung zerfließen und tropfbar flüssig werden. Ein Uebermaaß an Salz oder Schnee geht mit dem beygemischten Stoffe keine chemische Verbindung ein, hindert dadurch das Flüssigwerden, und gibt Wärmestoff her, wodurch die erzeugte Kälte vermindert wird. So z. B. sättigt 1 Theil Kochsalz 28 Theile Wasser bey einer Temperatur von — 5°, und ungefähr 5 Theile Wasser bey einer Temperatur von — 21°,25. Daher muß man 5 Theile Schnee mit 1 Theil Kochsalz mischen, um eine künstliche Kälte von — 21°,25 zu erzeugen.

Die Salze, welche beym Schmelzen durch Feuer ihr Kryſtalliſationswaſſer verloren haben, entwickeln, wenn man zu ihnen Waſſer gießt, anfangs Wärmeſtoff, bis ſie ſo viel Waſſer eingeſogen haben, als ſie im feſten Zuſtande faſſen können; dann erſt erzeugen ſie bey ihrer Verbindung mit mehrerem Waſſer Kälte. Man muß daher, um die größtmöglichſte Kälte zu erzeugen, Salze nehmen, die ihr ganzes Kryſtalliſationswaſſer haben. Salzſaure Kalkerde ſchmilzt am Feuer bey + 25°, und wird dann beym Erkalten eine feſte Maſſe; wird ſie gepulvert, und durch ein Haarſieb geſchlagen, ſo nimmt ſie von der Luft von ſelbſt alles verlorene Kryſtalliſationswaſſer wieder an, deſſen ſie, um mit Schnee die größte Kälte zu erzeugen, bedarf.

Guyton erzeugte mit 6 Theilen Schnee und 9 bis 10 Theilen kryſtalliſirter, durch ein Haarſieb geſchlagener ſalzſaurer Kalkerde eine Kälte von — 48$\frac{3}{4}$° des Centeſimal, oder von — 39° des Reaum. Thermometers. Und dabey gibt er folgende Vorſichtsregel an. Wenn beym Abkühlen die verdickte Auflöſung der ſalzſauren Kalkerde ſich niederſchlägt, ſo ſetzt ſie ſich in einen feſten Kuchen an die Seitenfläche des Gefäßes ſo feſt, daß man ſie in eine Wärme bringen muß, welche hinreicht, die Oberfläche des Kuchens zu ſchmelzen. Zu dem Ende tauche man das Gefäß in Waſſer von + 25° Wärme, ſo lößt ſich der Kuchen völlig ab. Soll ferner die ſalzſaure Kalkerde ſo viel Kryſtalliſationswaſſer als möglich behalten, ſo muß man ſie nur ſo weit eindicken, daß ihr ſpecifiſches Gewicht 1,5 bis 1,53 beträgt. Soll ſie aber zur Erzeugung künſtlicher Kälte dienen, ſo kann man ſie ſo weit eindicken, daß ſie beym Erkalten ſich in eine feſte Maſſe

Masse niederschlägt, wenn man diese nur zerstößt, und durch ein Haarsieb schlägt. Denn sie zieht die Feuchtigkeit der Luft so mächtig an sich, daß sie sich dabey so viel Krystallisationswasser bemächtigt, als sie nur fassen kann; und dann läßt sich mit ihr eine Kälte von — 43° erzeugen. Gerade so erregt nicht die concentrirte, sondern die bis auf einen Grad mit Wasser verdünnte Salpetersäure die größte Kälte, und dasselbe ist mit allen andern Stoffen der Fall, die vor dem Zerfließen Kälte erzeugen. Sie verbinden sich mit dem Wasser zuerst, nach Art des gelöschten Kalkes, wobey sich Wärme entbindet; dann erst lösen sie sich im Wasser auf, und dadurch entsteht die Kälte.

In der erzeugten Kälte von — 39° Reaum. fror das Quecksilber an den Wänden des Glases fest; noch bey 36° Reaum. ließ es sich hämmern und strecken, es behielt metallischen Glanz, zeigte aber Adhäsion zum Glase. Das mit Alkohol präparirte und in ein gleiches Gewicht von Wasser aufgelößte Kali fror bey jener Temperatur von — 39° Reaum. nicht.

Kali, ein wenig krystallisirt, und Schnee, die beyde bis auf — 45° des Centesithermometers erkältet waren, erhärteten mit einander, als man sie vermischte. Erst als die Temperatur bis auf — 37°,5 gestiegen war, fing die Schmelzung an, und dabey entstand eine Kälte von — 46° bis — 47° des Centesithermometers. Daraus scheint zu erhellen, daß, wenn man Kali anwendete, welches beym Krystallisiren etwas mehr Krystallisationswasser, als das hiebey gebrauchte, behalten hat, man beym Vermischen desselben mit Schnee dieselbe Kälte, als durch die Lowitzsche Mischung, d. h. von — $48\frac{3}{4}$° erhalten könnte,

und daß dieſe Miſchung nicht eher, als bey — 48° ſchmelzen würde.

Nach Bergmann's Beſtimmung werden von 1 Theile Kochſalz, bey — 5° Kälte, 2,8 Theile Waſſer völlig geſchwängert, daher in 1722 Decigrammen einer völlig geſättigten Kochſalzauflöſung ſich unter dieſer Temperatur 1268,4 Theile Waſſer und 453,2 Kochſalz befanden. Als man dieſe Auflöſung einer Kälte von — 20° ausſetzte, ſchlugen ſich 210 Decigrammen Salz daraus nieder. Es blieben alſo noch 243,2 Theile Kochſalz zurück, ſo daß in dieſer Temperatur auf 5 Theile Waſſer 1 Theil Kochſalz bey völliger Sättigung kam. Miſcht man daher Schnee und Kochſalz nach dieſem Verhältniſſe, ſo wird umgekehrt bey ihrem Schmelzen eine Kälte entſtehen, die das Thermometer von — 5 bis auf — 21¼° herabbringt. Verändert man dieſe Doſis der Miſchung, ſo iſt, ehe beym Schmelzen die Temperatur auf — 20° herabkommt, an einem der beyden Steffe Ueberfluß vorhanden; und da dieſer dann eine höhere Temperatur hat, ſo gibt er der gefrierenden Miſchung eine Wärme, und dieſe kann dann nicht bis zu — 20° kommen. Dieſes Raiſonnement beſtätigt die Erfahrung aufs beſte; indem 5 Theile Schnee und 1 Theil Kochſalz gerade mit einander zerſchmelzen, und das bey — 20 bis — 21° Kälte erregen, bey weniger Schnee aber Waſſer hinzugegoſſen werden muß, um das Gemiſch zum Schmelzen zu bringen.

Auf dieſelbe Art läßt ſich das Verhältniß finden, nach welchem Schnee mit jedem andern Salze zu miſchen iſt, um den größten Grad von Kälte zu erregen.

Bey dem oben beschriebenen Versuche mit Ammoniakgas wurde das Glas in einer gläsernen Retorte aus sublimirtem, und dadurch seines Krystallisationswassers möglichst beraubten Salmiak, der mit weißem Marmor gemischt ward, über Feuer entbunden. Das Gas stieg durch eine Vorlage in einen Apparat, der aus zwey zusammenhangenden Ballons und aus zwey Flaschen bestand. Die Ballons waren leer, die erste Flasche enthielt Quecksilber, die zweyte Wasser. Nachdem die atmosphärische Luft aus den Gefäßen durch die Wärme ausgetrieben war, umgab Guyton den ersten Ballon mit einer frosterregenden Mischung von — $21\frac{1}{4}^{\circ}$ Kälte aus Kochsalz und Schnee. Als die Retorte sich zu erkälten anfing, stiegen wässerige Dämpfe auf, die sich in der Vorlage in eine tropfbare Flüssigkeit, und in dem ersten Ballon in Eis verwandelten. Darauf entband sich das Ammoniakgas, das man zwar durch das Wasser in der zweyten Flasche hindurchgehen sah, doch nicht im zweyten Ballon wahrnahm. Als aber dieser Ballon mittelst einer Mischung aus salzsaurer Kalkerde und Schnee bis auf — $43^{\circ},7$ erkältet wurde, beschlugen die Wände desselben mit einer tropfbaren Flüssigkeit, die im Boden des Ballons zusammenflossen. Da sich die Kälte der Mischung bis auf — $36\frac{1}{4}^{\circ}$ vermindert hatte, bildete sich diese Flüssigkeit nicht mehr; die schon gebildete aber blieb in ihrem Zustande. Die frosterregende Mischung wurde darauf erneuert, die Kälte bis auf — 41° bis — 42° verstärkt, und zugleich die Entbindung des Ammoniakgas beschleunigt. Die Flüssigkeit im zweyten Ballon nahm nun zusehends zu; nur wurde sehr wenig Gas entwickelt durch die letzte Flasche, und der Druck auf den fetten Kitt des Ballons, worin die Flüssigkeit sich bildete,

war ſo ſtark, daß das Oel aus dem Kitte in den Ballon hinabträufelte, wo es ſogleich feſt wurde. Darauf ließ man die Retorte erkalten, und den Apparat wieder zur Temperatur der Luft gelangen. So wie er ſich dieſer Temperatur näherte, verwandelte ſich die Flüſſigkeit des zweyten Ballons wieder in ein Gas. Dieſes wollte Guyton in eine mit deſtillirtem Waſſer gefüllte Flaſche hineinlaſſen; aber im Augenblicke, da faſt die geſammte Flüſſigkeit ſich wieder in Gas verwandelt hatte, ſtieg das Waſſer aus der zweyten Flaſche ſchnell in den kalten Ballon zurück. Das Waſſer, welches zu Anfange des Verſuchs im erſten Ballon gefroren war, und während der Entwickelung des Gas ſich in wäſſeriges Ammoniak verwandelt hatte, blieb bey einer Temperatur von — 21 $\frac{1}{4}$° oder — 17° Reaum. flüſſig.

Daraus ſchien zu erhellen, daß das trockenſte Ammoniakgas, welches alles Waſſers, ſo viel als möglich, beraubt iſt, wenn es durch ein Gefäß gegangen iſt, worin Waſſer bey — 21° Kälte gefriert, ſich in eine Flüſſigkeit unter — 48° Kälte verdichtet, und daß es wieder zur Gasgeſtalt zurückkehrt, ſo wie die Temperatur ſich der der Atmoſphäre nähert. Guyton behielt ſich vor, den Verſuch noch einmal zu wiederholen, um die Reſultate zu beſtätigen, und dabey den Rücktritt des Waſſers aus der letzten Flaſche in den zweyten Ballon ſorgfältig zu vermeiden: überzeugt, daß, wenn dieſer Ballon die Temperatur der Luft ganz wieder erreicht hat, auch nicht ein Tröpfchen Flüſſigkeit darin zurückbleiben werde. Da ein wenig von dieſem Gas, welches mit dem Waſſer im erſten Ballon in Verbindung getreten war, dieſes bey — 21° Kälte flüſſig erhielt: ſo wäre es möglich, daß weniger Waſſer,

ser, mit viel mehr Gas verbunden, selbst einer Kälte von — 48°, ohne zu gefrieren, widerstehen könnte. Ob dieß der Fall sey, wird sich bey der Wiederholung des Versuchs zeigen, wenn man das Gas unmittelbar mit Queckſilber über gut calcinirter Potasche sperrt.

In einem Briefe des Herrn van Mons in Brüſſel an Guyton schreibt jener, daß es ihm gelungen sey, eine Kälte von — 53° nach Reaum. zu erzeugen. Dazu bediente er sich einer Mischung aus salzsaurer Kalkerde und festem kaustischen Natrum. Dieses letztere erhält er aus dem Kochsalze, indem er es mit gebranntem Kalk vermischt, diesen löscht und dann erkaltet filtrirt. In einer Temperatur, wie sie in dem stark geheizten Laboratorio war, verläßt die Salzsäure das Natrum, und tritt mit dem Kalke in Verbindung, diesen verläßt sie wieder bey einer Temperatur von 40 oder weniger Graden, anfangs zwar nicht ganz, jedoch völlig, wenn die eingedickte Mischung kalt genug geworden ist, um in den festen Zustand überzugehen. Alle Flüssigkeiten, welche ihm zur Hand waren, froren bey dieser außerordentlichen Kälte. Salzige Auflösungen ließen ihr Salz fahren, einige in Gestalt eines Pulvers, andere in Kryſtallenform, unter eigenen Gestalten. Gold, Silber, Zinn und Bley ließen sich nicht mehr hämmern, und konnten beynahe zerbrochen werden; eine Feder zerbrach wie Glas, die kryſtalliſirten Salze, von ihrer Mutterlauge getrennt, schmolzen bey einer Temperatur, die unter 20 bis 25 Grad war.

Herr Blagden c) hat sehr gut gezeigt, daß die größte statt findende Kälte, welche durch jedes Salz mit Eis

c) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXXVIII. P. II. überſetzt in Grens Journal der Physik. B. I. S. 395.

Eis oder Schnee beym Schmelzen hervorgebracht werden kann, diejenige ſey, bey welcher eine geſättigte Auflöſung eben dieſes Salzes gefriert; denn alsdann fällt die Urſache der Erkältung weg.

Aus allen dieſen Erſcheinungen hat man nun geſchloſſen, daß unter gewiſſen Umſtänden freye Wärme unwirkſam gemacht, und unter andern Umſtänden unwirkſame Wärme wieder frey und wirkſam werden könne. Herr Gren [d]) hat hierüber folgende allgemeine Geſetze feſtgeſtellt:

1. Der freye Wärmeſtoff wird zum unmerkbaren in Körpern, die aus dem Zuſtande der Feſtigkeit in den Zuſtand der Flüſſigkeit übergehen.

2. Der unmerkbar gewordene Wärmeſtoff wird wieder zum freyen und empfindbaren in Körpern, die aus dem Zuſtande der tropfbaren Flüſſigkeit in den der Feſtigkeit übergehen, oder die überhaupt ſich mehr verdichten.

3. Der freye Wärmeſtoff wird gebunden in Körpern, die aus dem Zuſtande der tropfbaren Flüſſigkeit in den des Dampfes übergehen.

4. Der unmerkbar gewordene Wärmeſtoff wird wieder zum freyen und empfindbaren in Körpern, welche aus dem Zuſtande des Dampfes zu tropfbar flüſſigen oder feſten werden.

§.

d) Journal der Phyſik. B. II. S. 24.

5. Der freye Wärmestoff wird verschluckt und zum unmerkbaren, wenn Substanzen die Gasgestalt annehmen.

6. Der unmerkbar gewordene Wärmestoff wird wieder frey, wenn Gasarten ihren luftförmigen Zustand verlieren, und zum festen oder flüssigen Stoffe niedergeschlagen werden.

Wirkung der Wärme.

Ueber die Ausdehnungen tropfbar flüssiger Materien sind bis jetzt noch wenig zuverlässige Beobachtungen bekannt. Nach Herrn de Lüc nimmt das Queckſilber von der Temperatur des natürlichen Frostpunkts an bis zum Siedpunkte des Wassers in seinem körperlichen Inhalte um 0,0185, und das Wasser um 0,045176 zu; nach le Roy aber ersteres um 0,0168.

Herr Schmidt e) hat über diesen Gegenstand mehrere Versuche angestellt. Er nimmt hiebey den körperlichen Inhalt bey 15° Reaum. = 1, und findet, daß er durch die Zunahme der Wärme von 30° Reaum., oder von 15° bis 45° Reaum. zunehme bey

Wasser	um	0,01328
Weingeist (eigenth. Gewicht 0,827)	-	0,03973
Terpentinöl	-	0,03708
Baumöl	-	0,03019
Alkalische Lauge (4 Theile Wasser, 1 Theil Salz)	-	0,01512

Salz-

e) Grens neues Journal der Physik. B. I. S. 216 f.

Salzwaſſer (4 Theile Waſſer, 1 Theil Salz) - - - -	0,01515
Doppeltes Scheidewaſſer (eigenth. Gewicht 1,170) - - -	0,02460
Vitriolöl (eigenth. Gewicht 1,893) -	0,02340

Die Hypotheſe des Herrn le Roy, daß die Dünſte in der Luft aufgelöſet werden (Th. V. S. 71 f.), hatte unter den Naturforſchern allgemeinen Beyfall erhalten, und einen Unterſchied zwiſchen Dünſten und Dämpfen veranlaßt. Allein Herr de Sauſſüre f) ſuchte aus ſeinen Erfahrungen eine andere Theorie herzuleiten, und nannte Dämpfe oder Dünſte Ausflüſſe, welche ſich aus den Körpern durch die Wirkung des Feuers in die Luft erheben, und in derſelben ſo lange ſchwebend bleiben, bis ſie durch andere Urſachen wieder von ihr getrennt, und in gröberer Form vereinigt werden. Nach ihm gibt es gar keine Ausdünſtung ohne Verdampfung, oder die Luft löſe das Waſſer nicht unmittelbar auf, ſondern erſt vermittelſt des Feuers, die Luft nehme bloß den durchs Feuer erzeugten Dampf auf, und halte ihn aufgelöſt in ſich. Er ſucht dieſes aus einem Verſuche mit dem Manometer zu erweiſen, welcher mit Waſſer und Luft in einer Glaskugel eingeſchloſſen war. Denn dieſer zeigte ihm, daß die Ausdünſtung das Volumen der Luft durch eine erzeugte elaſtiſche Materie vermehre, welche dünner als die Luft, und bloß das in Dämpfe verwandelte Waſſer ſey. Hieraus folgt alſo, daß der Waſſerdampf mit der gewöhnlichen Ausdünſtung völlig einerley iſt, nur daß der Waſſerdampf reiner und dünner, und

f) Eſſai ſur l'hygrométrie. eſſ. III. chap. I. des vapeurs élaſtiques.

und das Wasser bey der Ausdünstung dichter und mehr mit der Luft verbunden ist. Erst dieser in die Höhe gestiegene elastische Dampf soll nachher in der Luft aufgelößt werden, und dadurch eine Mischung bilden, welche von ihm elastischer aufgelößter Dampf genannt wird, und welche nichts anders sey, als eine Gattung dessen, was sonst unsichtbare Dünste oder feuchte Luft genannt wird. Daß die Ausdünstung eine wahre chemische Auflösung der Dämpfe in der Luft sey, sucht de Saussüre aus folgenden Gründen zu erweisen:

1. weil die mit Dünsten gesättigte Luft vollkommen durchsichtig sey,

2. weil bey zunehmender Wärme die Dünste verschwinden,

3. weil sie bey der Kälte wieder plötzlich erscheinen, und

4. weil sie bey einem so verschiedenen Grade der Dichtigkeit der Luft mit derselben aufs innigste verbunden sind.

Zugleich ist er der Meynung, daß die Auflösung nicht vollkommen erfolge, wenn ihr nicht eine Bewegung der Luft zu statten käme. Aus dieser Theorie leitet de Saussüre verschiedene Erscheinungen in der Luft her. Wenn eine Luftmasse, welche mit Dünsten gesättigt worden ist, eine kältere Oberfläche irgend eines Körpers berührt, so schlägt sich ein Theil von diesen Dünsten an dieser Oberfläche nieder, oder sie nehmen, wenn die Temperatur noch über dem Eispunkte ist, die Gestalt der Tropfen oder des Thaues an, oder verwandeln sich bey größerer Kälte in nadelförmiges Eis oder in Schuppen von regelmäßiger Gestalt,

wie

wie z. B. beym Ausſchlagen der Wände bey einfallendem Thauwetter, beym Reif, beym Gefrieren der Fenſterſcheiben u. dergl. Befindet ſich aber in einer ſolchen Luftmaſſe keine kältere Oberfläche, ſo werden diejenigen Dünſte, welche in eine kältere Luftſchicht kommen, entweder zu kleinen Tropfen, oder zu kleinen gefrornen Nadeln, oder endlich zu hohlen Bläschen, welche in der Luft ſchwimmen und den Himmel trüben. Dieſe kleinen Tröpfchen und Nadeln, welche die erſte Veranlaſſung zum Regen und Schnee ſind, ſind eigentlich keine Dünſte mehr, ſondern wahrer Niederſchlag in Geſtalt des Waſſers; weil ſie aber jedoch in der Luft wegen ihrer Feinheit ſchwebend erhalten werden, ſo belegt ſie de Sauſſüre mit dem Nahmen concreter Dünſte. Sie ſind vorzüglich die Urſache der ſogenannten Höfe, und anderer Lufterſcheinungen, welche Regen ankündigen.

Auch hat Herr de Sauſſüre durch zahlreiche Verſuche gefunden, daß die feuchte Luft etwas leichter, als die heitere und trockene ſey. Er fand, daß die Elaſticität der in einer Kugel eingeſchloſſenen Luft vom höchſten Grade der Feuchtigkeit bis zum höchſten Grade der Trockenheit um $\frac{1}{64}$ abnehme. Wenn nämlich die Temperatur nach Reaum. auf 10° bey einer Barometerhöhe von 27 Zoll war, ſo änderte ſich der Stand des Manometers um 6 Linien, welche den 54ten Theil von 27 Zoll betragen. Weil nun bey der angeführten Temperatur ein Cubikfuß Luft 751 Gran wiegt, und etwa bis zur Sättigung 10 Gran Waſſer auflöſen kann, ſo wird er nach erfolgter Sättigung 761 Gran wiegen, und ſich in einen Raum von $\frac{55}{54}$ Cubikfuß ausdehnen. Daraus erhellet, daß $\frac{1}{54}$ Cubikfuß Raum mit Luft ausgefüllt $\frac{751}{54} = 14$

Gran

Gran, mit Dünsten aber 10 Gran wiege; mithin verhalten sich die specifischen Gewichte der reinen und der mit Dünsten angefüllten Luft wie 751 + 14 : 751 + 10 = 765 : 761; dagegen die Gewichte der Dünste und der Luft selbst wie 10 : 14 sind.

Einige Physiker hatten geläugnet, daß die sichtbaren Dünste in der Luft die Gestalt kleiner Bläschen besitzen, obgleich schon Wolf dieß durch unläugbare Versuche gezeigt hatte. Um nun diese genauer zu beobachten, brauchte de Sauſſüre eine Art von Dampfkugel mit zwey Kugeln. Er versah eine Glasröhre (fig. 22.), welche unten bey b zugeschmolzen, bey a aber offen war, mit zwey Kugeln d und c. In die Kugel c brachte er einige Tropfen Wasser, und erhitzte dieselbe über einer Weingeistlampe. So lange nun die Kugel d noch kalt blieb, so lange verdichteten sich die aus der Kugel c in die Kugel d übergegangenen Dämpfe, und zeigten beym Uebergange eine Wolke aus lauter Bläschen. Wurde aber auch die Kugel d erhitzt, so verschwanden die Dämpfe, die Kugel d war vollkommen durchsichtig und die Dämpfe gingen durch a, wie bey einer Dampfkugel. Wurde die Röhre wieder vom Feuer weggenommen, und die Kugel d mit frischem Wasser erkaltet, so bemerkte man den blasenförmigen Dampf in der Kugel d wieder; durch Hülfe eines Vergrößerungsglases konnte man die schnelle Bewegung der Bläschen leicht beobachten. Uebrigens setzt er den Durchmesser der kleinsten Bläschen auf $\frac{1}{4560}$, und den der größten auf $\frac{1}{2780}$ von dem pariſ. Zolle.

Alle die Gründe, welche man bisher für die Auflösung des Wassers in der Luft aufgestellt hatte, suchte Herr de Lüc umständlich zu widerlegen. Schon in

in ſeinen Unterſuchungen über die Atmoſphäre im II. Bande §. 675. f. beſtreitet er ſie, und behauptet, daß Dämpfe und Dünſte nichts weiter als Verbindungen des Waſſers mit dem Feuer ſind, welche allein wegen ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit in die Luft aufſteigen. Er ſagt, die Wärme mag ſich mit dem Waſſer verbinden, auf welche Art ſie will, ſie mag die Theile des Waſſers entweder in Bläschen verwandeln, oder mit ihnen cohäriren, oder ſie trennen, oder auch die Elaſticität des Waſſers vermehren, ſo wird aus allen dieſem begreiflich, wie Waſſer mit Wärmeſtoff vermiſcht leichter als Luft ſeyn könne. Seine in dieſer Schrift enthaltene Theorie gründet ſich auf folgende vier Sätze:

1. Das Feuer hat mit dem Waſſer eine größere Verwandtſchaft, als mit der Luft. Dieß beweiſen viele Phänomene. Die Luft vermehrt die Wirkung des Feuers auf entzündbare Materien deswegen, weil es ſich mit der Luft nicht ſo leicht verbindet, und daher von dieſer gleichſam zuſammengehalten und auf die brennbaren Materien hingetrieben wird. Das Waſſer hingegen wird die Flamme darum verlöſchen, weil es mit dieſer eine große Verwandtſchaft hat, und mit ihr in Dampf aufgelößt wird. Im luftleeren Raume zerſtreuet ſich daher das Feuer ſehr bald, weil es nunmehr von der Luft nicht mehr zurückgehalten wird. Aus dieſem Grunde wird auch die Wärme deſto geringer, je höher man in die Atmoſphäre kommt. Die untere dichtere Luft hält das Feuer weit mehr zuſammen, als die obere, daher behalten auch die Dünſte in dieſer Luft die Wärme, welche ſie erzeugt hat, eine längere Zeit. Hieraus hat man ſelbſt Grund zu vermuthen, daß der Südwind wärmer als

der

der Nordwind seyn müsse, weil der Südwind mehr Dünste mit sich bringt, und daher stärker erwärmt; hieraus ist es auch begreiflich, daß die Elektricität, welche dem Feuer so ähnlich ist, sich so leicht mit dem Wasser verbindet, da sie im Gegentheil mit der Luft keine so große Verwandtschaft hat, und daher durch die Luft von der Zerstreuung zurückgehalten wird. Daraus folgt also, daß die in der Luft schwebenden Dünste ihre Wärme eine Zeitlang behalten müssen, ob sie gleich endlich selbige verlieren und daher erkalten.

2. In den Körpern ist allezeit, und selbst in den strengsten Wintern, Feuer genug vorhanden, um Ausdünstungen zu bewirken. Schon der geringste Grad von Wärme ist vermögend, Wassertheilchen loszureißen, und mit sich fortzuführen. Da wir nun die absoluten Größen der Wärme gar nicht kennen, so ist vielleicht der Unterschied der Temperatur des Sommers in Vergleichung mit dem Abstande der Temperatur der absoluten Kälte, oder des gänzlichen Mangels der Wärme sehr geringe, ob wir gleich den Unterschied der Temperaturen im Sommer und Winter durch unsere Sinne wahrnehmen. Daraus läßt sich erklären, warum der Unterschied der Ausdünstung im Sommer und Winter sehr gering ist, wenn gleich die Ausdünstung von der Wärme herrührt. Ja es können im Winter Ausdünstungen stärker als im Sommer seyn, bey solchen Wassern, welche die äußere Temperatur der Luft nicht annehmen, und daher im Winter warm bleiben. Aus diesen steigen die Dünste in kalter und schwerer Luft leichter, als in der wärmern und leichtern auf.

3 Die Dünste selbst zeigen, daß das Feuer ihr Vehikel sey. Denn sobald die Dünste Oberflächen kalter

kalter Körper berühren, ſo ſchlagen ſie ſich nieder, oder werden wieder zu Waſſer, wenn ihnen von den kalten Körpern Wärme genug entzogen wird. Im Jahre 1756. bemerkte Herr de Lüc auf dem Saleve bey Genf eine aus der Tiefe aufſteigende Wolke, und fand, daß das Thermometer ſtieg, da ihn die Wolke umringte, ob ihm gleich dadurch die Sonne entzogen wurde. Da die Wolke vorüber war, und die Sonne ihn wieder beſchien, fiel auch das Thermometer wieder. Ueberhaupt wärmen die Nebel bey kalter Luft, woraus offenbar folgt, daß die aufſteigenden Dünſte mehr Wärme beſitzen, als die ſie umgebende Luft.

4. Die Erfahrung lehrt, daß die Dünſte leichter als die Luft ſind. Früh gegen Sonnenaufgang ſieht man auf einem Berge aus den Flüſſen, Sümpfen und Seen häufig Dünſte aufſteigen, woraus ihre ſpecifiſche Leichtigkeit erhellt. Sobald aber die Luft ſehr warm wird, ſo ſieht man ſehr ſelten Dünſte aufſteigen, obgleich alsdann deſto häufiger Dünſte in die Luft übergehen; daher theilt Herr de Lüc die Dünſte ein in ſichtbare und unſichtbare. Den Unterſchied zwiſchen ſichtbaren und unſichtbaren Dünſten ſucht er bloß darin, daß jene aus gröbern, dieſe aber aus feinern Waſſertheilchen beſtehen. Er ſagt, wenn die Wärme der ausdünſtenden flüſſigen Materie weit größer iſt als die Wärme der Luft, ſo werden ſichtbare Dünſte entſtehen, weil das mit mehr Heftigkeit durchſtrömende Feuer gröbere Theile mit ſich nimmt; die Größe dieſer Theilchen und das Feuer, wovon ſie durchdrungen ſind, werden ihr Aufſteigen befördern, ſie werden alſo ſchnell in die Luft ſteigen, ohne ſich mit ihr zu vermiſchen. Aber wenn der Unterſchied der Wärme zwiſchen Luft und Waſſer geringer iſt, oder gar das

Waſſer

Wasser kälter als die Luft wird, so wirkt das Feuer bloß durch sanfte Bewegung, und strömt nicht mehr wie sonst aus; alsdann lößt es nur kleine Theilchen von dem Wasser ab, die sich inniger mit der Luft vermischen, und ihre Durchsichtigkeit nicht mehr verhindern.

Aus alle diesem leitet nun de Lüc den Satz her, daß die sichtbaren sowohl als die unsichtbaren Dünste specifisch leichter als reine Luft sind, und diese durch die Vermischung specifisch leichter machen.

Dieses System über die Dünste und Dämpfe hat Herr de Lüc in einer andern Schrift g) noch weiter ausgeführt.

Nach ihm ist Wasserdampf, Wasserdunst das unmittelbare Produkt der Ausdünstung, nämlich ein durchsichtiges ausdehnbares Fluidum. Das, was er in dem vorigen Werke sichtbare Dämpfe nannte, heißt er hier Nebel, welche keine ausdehnbare Flüssigkeit, sondern nur eine Art von Zersetzung der Wasserdünste sind. Dieser Wasserdampf ist, wie alle ausdehnbare Flüssigkeiten, zusammengesetzt aus einer schweren Substanz (Basis), und einem fortleitenden Fluidum (fluidum deferens), von welchem es seine elastische Form hat. Alle übrige tropfbare Flüssigkeiten, welche verdampfen oder verdunsten, geben ähnliche zusammengesetzte elastische Flüssigkeiten, die über-

g) Neue Ideen über die Meteorologie. Aus dem Franz. Th. I. Berlin und Stett. 1787. 8.

überhaupt Dämpfe oder Dünste genannt werden. Die specifische Schwere dieser Dünste ist um die Hälfte geringer, als die der gemeinen Luft, d. h. wenn sie, allein mit der Luft vermischt, eine gewisse ausdehnende Kraft äußern, so ist ihre Masse um die Hälfte geringer, als die eines gleichen Volumens Luft, welche unter denselben Umständen dieselbe ausdehnende Kraft zeigen würde. Sie können zusammengedruckt, und dadurch dichter werden, ohne ihre Dampfgestalt zu verlieren; jedoch geht diese Dichtigkeit bis zu einer gewissen Grenze, wo sie ihr Größtes erreicht, welches aber bey verschiedenen Temperaturen auch verschieden ist. Wenn der Druck diese Grenzen übersteigt, so zersetzen sich die Dünste zum Theil, bis sie in die Grenzen wieder zurückgegangen sind. Hiebey entlassen sie nun etwas von ihrem fortleitenden Fluidum, das sich als freye Wärme zeigt, und der Theil der Basis, welcher sich zersetzt, bekommt seine tropfbare Gestalt wieder und zeigt sich als Wasser. Die Ursache dieser besondern Zersetzung der Wasserdünste leitet de Lüc aus einer Neigung der Wassertheilchen, sich mit einander zu verbinden, wenn sie sich bis auf eine gewisse Entfernung genähert haben, her. Diese wechselseitige Neigung der Theilchen ist allen Flüssigkeiten eigen, und sie macht nebst einigen Zusammenhang der Theilchen in der Berührung das Flüssigseyn aus. Durch diese Annäherung der Theilchen wird das Feuer zwischen ihnen ausgetrieben, und sie vereinigen sich durch ihre Anziehung zu tropfbarem Wasser. Sobald ein Theil vom Dampfe zersetzt wird, so breitet sich der übrige Dampf durch den ganzen vorigen Raum aus, dadurch erhalten die Wassertheilchen wieder eine solche Entfernung von einander, daß die Neigung der Wassertheilchen, sich mit einander zu verbinden

den, aufhört, und die Zersetzung wegfällt. Diese wechselseitige Neigung der Anziehung der Wassertheilchen zeigt sich auf eine merkwürdige Weise durch das Wasserthermometer. Man sieht dabey, daß das Feuer große Mühe hat, dessen Theilchen von einander zu entfernen, wenn es im Begriff ist zu frieren, d. h. wenn die Theilchen sehr nahe sind; wenn es sich aber schon von einer größern Menge getrennt hat, daß es weit weniger Widerstand findet, sie noch mehr zu zerstreuen; dieses ist ein entscheidendes Merkmal des Bestrebens nach Entfernung, welche das Feuer bewirkt. Wenn Wassertheilchen durch Verwandtschaft anderer mit ihnen verbundener Substanzen, z. B. Wasser, in welchem etwas Salz aufgelößt ist, weiter aus einander gehalten werden, so wird das Gefrieren durch die größere Entfernung der Theilchen verzögert; es findet aber endlich statt, wenn sie durch die Erkältung einander so nahe gekommen sind, daß ihre wechselseitige Neigung, sich mit einander zu verbinden, ihre Verwandtschaft mit den Substanzen übertrifft.

Eben so zersetzen sich die Wasserdünste, wenn ihre Theilchen in einen solchen Abstand von einander kommen, daß die Theilchen des Wassers mehr Neigung haben, sich zu vereinigen, als mit den Feuertheilchen verbunden zu bleiben; und daraus entsteht ein deutlich festgesetztes Größtes in Ansehung der Dichtigkeit dieser Dünste bey derselben Temperatur. Bey veränderter Temperatur aber ändert sich dieses Größte; z. B. bey einer größern Hitze müssen die Dünste in ihrer Dichtigkeit weit größer seyn, ehe sie sich zu zersetzen anfangen, weil alsdann die Wirkung des Feuers größer ist; mithin muß die Neigung der Wassertheilchen, sich zu vereinigen, durch einen geringern Abstand ver-

stärkt werden, wenn sie die Wirkung des Feuers vernichten soll.

Die Wasserdünste sind nur in Ansehung ihres Ganzen, keinesweges aber in Betracht ihrer Theilchen in einem beständigen Zustande; denn diese verändern sich immer. Diejenigen Wassertheilchen, welche sich so nahe kommen, daß sie sich verbinden können, zersetzen sich, und das Wasser wird auf einen Augenblick frey; kömmt aber bey dieser Zersetzung neues Feuer hinzu, so verwandeln sie sich wieder in Dampf. Ein beständiger Zustand der Wasserdämpfe ist also nur der, wo die Zersetzungen und Wiedervereinigungen einander merklich in derselben Masse aufheben, mithin in den Theilen das Gleichgewicht halten; bey einer gegebenen Temperatur ist der Grad der Dichtigkeit oder die mittlere Entfernung der Theilchen, wobey dieß Aufheben statt findet, bestimmt. Da aber diese neuen Zusammensetzungen durch das Hinzukommen von mehrerem Feuer in dem Raume begünstigt werden, so wird alsdann dieser mittlere Abstand kleiner, oder das Größte in der Dichtigkeit größer; dieses Größte bey den Wasserdünsten ist vermöge der Erfahrung eben dasselbe, sowohl im luftleeren als im luftvollen Raume. Hieraus erhellet, daß die dazu erforderliche kleinste Entfernung der Wassertheilchen, welche das Größte ihrer Dichtigkeit bestimmt, von den luftförmigen Flüssigkeiten, womit sie verbunden sind, ganz unabhängig sey. Dieß Größte nebst seinen Veränderungen bey veränderter Temperatur läßt sich schwerlich genau bestimmen, weil in verschlossenen Gefäßen, worin man die Versuche unmittelbar anstellen kann, eine Menge bekannter und unbekannter Ursachen die Resultate abändern können. Eine ungefähre Idee kann man sich davon

wenig-

wenigſtens auf folgende Art machen: bey einer mittlern Wärme und 28 Zoll Barometerhöhe machen die wäſſerigen Dünſte bey ihrem Größten zwiſchen $\frac{1}{50}$ und $\frac{1}{80}$ der ausdehnenden Kraft eines gewiſſen Volumens der Luft aus, und weniger als $\frac{1}{120}$ ihrer Maſſe. Bilden ſich die Dünſte in einem luftleeren Raume, ſo äußern ſie denſelben Druck auf das Manometer. Daraus folgt, daß ſie keinen beſtändigen aliquoten Theil der Luft ausmachen, weil dieſer Theil in verdünnter Luft zunimmt, wobey die Luft ſich vermindert, die Quantität der Dünſte aber dieſelbe bleibt.

Die wäſſerigen Dünſte können nicht in einem Raume beſtehen, ſobald ſie darin einen anhaltenden Druck auszuſtehen haben, welcher den Grad der ausdehnenden Kraft in Anſehung des Größten ihrer Dichtigkeit übertrifft; denn ſo wenig ein ſolcher Druck dieſen Grad überſteigt, ſo bringt er doch die Dunſttheilchen über ihre kleinſte Entfernung zuſammen. Es zerſetzt ſich alſo eine gewiſſe Menge, und wenn die Wärme und der Druck in gleichem Grade fortdauern, ſo erneuert ſich dieſelbe Urſache der Zerſetzung, und es erfolgt hieraus eine gänzliche Zerſetzung der Dünſte. Wenn man aber mit ihnen eine gewiſſe Menge Luft vermiſcht, welche das Uebergewicht des Drucks auszuhalten vermag, dieſer mag auch noch ſo groß ſeyn, ſo werden die Dünſte nicht zerſtört, weil alsdann ihre Theilchen nicht über die Grenze der kleinſten Entfernung einander nahe gebracht werden können. Auf dieſe Art erhalten ſich die wäſſerigen Dünſte in der atmoſphäriſchen Luft unter dem Drucke des Luftkreiſes; denn da die Luft, womit ſie vermiſcht ſind, den größten Theil dieſes Drucks aushält, ſo werden ihre Theilchen, welche ſich in der kleinſten nach der Temperatur

ſich richtenden Entfernung befinden, dieſe zu überſchreiten nicht gezwungen.

In eben dem Verhältniſſe, als die Wärme zunimmt, wird auch die kleinſte mittlere Entfernung der Theilchen der Waſſerdünſte kleiner; ſie können eine größere Dichtigkeit erhalten, und erfordern alsdann nicht mehr eine ſo große Beymiſchung von Luft, um den Druck der Atmoſphäre auszuhalten; ſo daß endlich, wenn die Hitze bis zur Temperatur des ſiedenden Waſſers an dem Orte gekommen iſt, die Dünſte den Druck der Atmoſphäre, wie er auch wirklich beſchaffen ſeyn mag, ohne Vermiſchung mit der Luft aushalten.

Die Dämpfe des ſiedenden Waſſers können alſo jeden Druck ertragen, welches von der Natur des Siedens ſelbſt herrührt. Eine jede Flüſſigkeit kocht unter jedem Druck nur alsdann erſt, wenn die in dem Gefäße mittelſt des Feuers hervorgebrachten Dämpfe einen ſolchen Grad der Dichtigkeit erlangen, daß ſie die Flüſſigkeit ſelbſt nebſt dem Drucke, der ſie beſchwert, in die Höhe heben können, und wenn die Flüſſigkeit zugleich einen ſolchen Grad von Wärme hat, daß dieſe Dämpfe, ohne zerſtört zu werden, durch ſie gehen können. So lange alſo die Dämpfe den Grad der Wärme behalten, bey welchem ſie ſich ungeachtet des Drucks der Atmoſphäre bilden konnten, ſo lange ſind ſie auch im Stande ihn zu tragen. Sobald ſie aber in einen kältern Raum kommen, ſo zerſetzen ſie ſich zum Theil, und es erhält ſich nur ſo viel, als bey dem Größten in dieſer neuen Temperatur geſchehen kann. Dieſe Zerſetzung bildet den über dem in freyer Luft kochenden Waſſer ſchwimmenden Nebel. Dieſer verbindet ſich nachher mit dem freyen Feuer,

und

und bildet neuen Dunst, welcher sich in die benachbarte Gegend zerstreuet.

Obgleich das Wasser beständig einerley Grad von Hitze hat, wenn es unter einem und demselben Druck der Atmosphäre siedet, so kann es dennoch dabey unter gewissen Umständen mehr Hitze annehmen, ehe es ins Kochen kommt. Wenn von Luft gereinigtes Wasser in einem Gefäße mit enger Oeffnung dem Feuer ausgesetzt wird, so hat zwar die Fläche des Wassers keinen andern Druck, als den der Atmosphäre, auszuhalten; allein seine Theile äußern wegen der Einschließung durch die Wände bey der Trennung mehr Widerstand, und die Dämpfe müssen mehr Stärke erhalten, um die erste Trennung zu bewirken.

Die Beständigkeit der Hitze des kochenden Wassers ist also eine unmittelbare Folge des nach der Temperatur bestimmten Größten in der Dichtigkeit der Dämpfe. Es können sich in dem Innern des Wassers keine Dämpfe bilden, außer wenn sie genug ausdehnende Kraft besitzen, um sich hier auszubreiten; sie erlangen aber diese Kraft nur alsdann, wenn die Hitze des Wassers zu einem gewissen Grade gekommen ist; sobald sie denselben erreicht haben, breiten sie sich aus und entweichen. Alsdann kocht das Wasser, d. h. es wird von den Dämpfen, welche sich in ihm bilden, aufgehoben und bewegt; und ein stärkeres angebrachtes Feuer hat weiter keine Wirkung, als die Ausdünstung noch heftiger zu machen.

Auch kann das Wasser ohne zu kochen bloß durch seine Oberfläche Dämpfe hervorbringen, welche eben so dicht sind, als beym kochenden Wasser unter demselben Druck; es müssen aber alsdann die ent-

wickelten Dämpfe sich in einem verschlossenen Raume ausdehnen, welcher mit ihnen immer einerley Temperatur hat. Wenn alsdann die Hitze zunimmt, werden die von der Oberfläche abgerissenen Dämpfe immer eine dieser Zunahme gemäße Dichtigkeit annehmen, und allein jedem Druck widerstehen können. Z. B. wenn man Wasser oben auf ein Barometer gießt, so werden die in der Temperatur der Luft erzeugten Dämpfe das Queckſilber um eine gewisse Höhe herabdrucken.

Die Dünste unterscheiden sich von den luftförmigen Flüssigkeiten durch folgende drey auszeichnende Charaktere:

1. Die luftförmigen Flüssigkeiten können jeden bekannten Grad des Drucks, ohne sich zu zersetzen, aushalten; da die Dünste sich zersetzen, wenn sie einen zu großen Druck leiden, indem bey ihnen die Theilchen der bloß schweren Substanz so nahe gebracht werden, daß sie sich vereinigen können, wobey sie ihr fortleitendes Fluidum verlassen, welches seine eigene Wirkung hervorbringt. Bey der Zersetzung der Wasserdämpfe zeigt sich z. B. Wasser, und das frey gewordene Feuer wirkt als freye Wärme.

2. Weil die luftförmigen Flüssigkeiten eben so gut Mischungen sind, wie die Dünste, so sind sie auch wie diese den Zersetzungen unterworfen; sie erleiden sie aber nur alsdann, wenn zwischen ihrer bloß schweren und einer andern Substanz sich eine Verwandtschaft äußert, welche die Verwandtschaft der erstern gegen ihr fortleitendes Fluidum übersteigt. Es kann folglich ein luftförmiges Fluidum nicht zersetzt werden, wenn es in einem hermetisch versiegelten Gefäße einge-

schlos-

schlossen ist. Die Dünste aber können sich in einem solchen Gefäße zersetzen, weil ihre fortleitenden Flüssigkeiten eine Neigung haben, zu entweichen, um ein gewisses Gleichgewicht, welches den verschiedenen Gattungen eigen ist, wieder herzustellen. Daher zersetzen sich die Dünste in einem solchen Gefäße, wenn die Wärme von außen geringer wird, um das Gleichgewicht der Temperatur wieder herzustellen.

3. Wenn die luftförmigen Flüssigkeiten einmal gebildet sind, so ist ihre Zusammensetzung bestimmt, sie können zwar Einen ihrer Bestandtheile verlieren und neue erhalten, und dadurch ihre Natur ändern; allein dieß geschieht nur durch Dazwischenkunft einer andern Substanz, und nicht aus einem größern oder geringern Uebermaaße aus denselben Bestandtheilen, woraus sie gebildet sind. Bey den Dünsten hingegen ist das Verhältniß der respektiven Mengen derselben Bestandtheile sehr abwechselnd, es hängt nämlich von ihrem comparativen Ueberfluß ab. Und weil ihre ausdehnende Kraft von ihrem fortleitenden Fluidum herrührt, so wird sie bey übrigens gleichen Umständen größer, wenn dieß Fluidum verhältnißmäßig in größerer Menge zugegen ist.

Diese drey Kennzeichen der Dünste in Vergleichung mit den luftförmigen Flüssigkeiten, rühren von einerley Ursache her, nämlich von der schwachen Verbindung der bloß schweren Substanz mit ihrem fortleitenden Fluidum. Daher kommt es, daß diese schwere Substanz die andere verlassen kann, um gewisse es betreffende Gleichgewichte herzustellen. Aus eben der Ursache kommt es endlich auch, daß ein größeres Uebermaaß des fortleitenden Fluidums, derselben Menge der bloß schweren Substanz mehr ausdehnende

Kraft gibt; entweder, weil dadurch eine geringere Menge derselben in jedem Theilchen des Dunstes bewirkt wird, oder weil mehr fortleitendes Fluidum frey ist und sich mit den Theilchen der bloß schweren Substanz verbinden kann, welche sich in jedem Augenblicke bey hinlänglicher Nähe vereinigt hätten. Die luftförmigen Flüssigkeiten aber halten das fortleitende Fluidum mit einer Permanenz an sich, welche ganz allein durch chemische Zersetzung aufgehoben werden kann.

Herr Monge und andere Anhänger des Auflösungssystems glaubten aus diesem Grunde einen Unterschied zwischen Verdampfung und Ausdünstung machen zu müssen, weil bey der Ausdünstung viel weniger Wärmestoff verschluckt werde, als bey der Verdampfung des Wassers, und daher müsse nothwendig die Luft als ein Auflösungsmittel durch ihre Anziehungskraft die Wirkung des Wärmestoffs unterstützen. Allein folgende von de Luc und Watt [h]) angestellte Versuche lehrten das Gegentheil. Man füllte ein Gefäß von etwa 8 Zoll Durchmesser mit Wasser von höherer Temperatur, als die der umgebenden Luft war, an, welches folglich in selbiger ausdünsten mußte. In dieses Wasser ward ein Thermometer gebracht, welches durch gelindes Umrühren den Verlust der Wärme des Wassers genau zeigte. Das Gefäß mit dem Thermometer wurde an eine genaue Wage gehängt, welche zugleich das Gewicht des ausgedunsteten Wassers angab. Ferner wurde ein anderes Gefäß von eben der Abmessung mit einer gleichen Quantität Wasser von derselben

h) Annales de chimie. T. VIII. p. 73. Prüfung einer Abhandlung des Herrn Monge in Grens Journal der Physik. B. VI. S. 125 u. f.

hen Temperatur angefüllt, und in einer geringen Entfernung von dem vorigen aufgestellt; aber um die Ausdünstung des Wassers zu verhindern, mit Papier, das in Oel getränkt war, bedeckt. Man verglich nun den Verlust der Wärme in beyden Gefäßen, und fand aus dem Ueberschusse des Verlusts in dem unbedeckten Gefäße, mit dem Verluste des Gewichts zusammengehalten, daß die Verdunstung für sich allein dem Gefäße eine verhältnißmäßig größere Quantität Wärmestoff entzogen hatte, als die Dämpfe des kochenden Wassers, bey gleichem Gewichte, enthalten. Dieß gibt daher einen Beweis, daß das Wasser bey unmerklicher Ausdünstung verhältnißmäßig mehr Wärmestoff verschlucke, als beym Sieden. Eben dieß zeigten noch andere Versuche des Herrn Watt. Diese lehrten zugleich den Satz, daß die Dämpfe desto mehr Wärmestoff enthalten, je dünner sie sind. Noch weiter beweisen die Versuche der Herren Lavoisier, la Place und Watt i), daß die Verdunstung eines einzigen Wassertropfens in der toricellischen Leere verursache, daß das Queckſilber gerade um $\frac{1}{2}$ Zoll herabsinkt, wenn die Wärme ungefähr 57 Grade nach Fahrenheit ist. Es hält folglich die expansive Kraft des Dampfes dem Druck einer Queckſilbersäule von $\frac{1}{2}$ Zoll Höhe das Gleichgewicht. Auch bey einem Versuche, welchen Nairne bey einer unter der Glocke auf $\frac{1}{10000}$ mal gebrachten Verdünnung der Luft anstellte, verursachte die Verdampfung des Wassers bey 54° nach Fahrenh., daß die Säule einer gewöhnlichen Barometerprobe auf $\frac{1}{2}$ englischen Zoll stieg. Aus diesen Versuchen, bey welchen die Luft gänzlich ausgeschlossen, oder doch wenigstens so sehr verdünnt war,

i) Neue Ideen der Meteorologie. Th. I. §. 20.

war, daß man ihr keine merkliche Wirkung zuschreiben konnte, folgt, daß die Luft als Auflösungsmittel die Ausdünstung nicht bewirken konnte. Es findet aber auch die nämliche wirkende Kraft der Ausdünstung bey gegenwärtiger Luft statt, wie de Saussüre auf folgende Art gezeigt hat: Er stellte in ein mit Luft ausgefülltes Gefäß, das er durch Salze ausgetrocknet hatte, ein Barometer, legte feine Leinwand hinein, und schmolz das Gefäß zu, nachdem das Thermometer auf 27 Zoll stand, und der Wärmegrad etwa 64° nach Fahrenh. war. Die Ausdünstung des Wassers im Gefäße brachte bey ihrem höchsten Grade die Höhe des Barometers auf $27\frac{1}{2}$ Zoll, folglich war die Wirkung des Dampfs abermals dem Drucke einer Quecksilbersäule von $\frac{1}{2}$ Zoll gleich. Da nun bey den Versuchen in der torricellischen Leere, und unter der sehr verdünnten Luft unter der Glocke die Luft an der Wirkung der Ausdünstung gar keinen Antheil haben konnte, so kann man annehmen, daß auch bey gegenwärtiger Luft dieselbe nicht die Ursache der Ausdünstung sey. Aus alle diesem zieht nun Herr de Lüc überhaupt den Schluß, daß in allen Fällen der Verdampfung, ohne auf die Abwesenheit und Gegenwart der Luft zu sehen, derjenige Theil, welcher dampfförmig wird, dem übrigen Theile eine Menge Wärmestoff entzieht, welche desto größer wird, je dünner das Mittel ist, worin der Dampf erzeugt wird. Es sey also der Erfahrung ganz entgegen, wie gemeiniglich angenommen würde, daß bey der unmerklichen Ausdünstung weniger Wärme verschluckt werde, als bey der Bildung der Dämpfe.

Gegen die von Herrn de Saussüre angeführten Gründe gegen des Herrn de Lüc's Theorie: nämlich

1. die vollkommene Durchsichtigkeit einer mit Dunst gesättigten Luft, 2. das Verschwinden der Dünste durch die Wärme, 3. ihr plötzliches Erscheinen durch die Kälte, und 4. ihre innige Verbindung mit der Luft, ungeachtet ihres Unterschiedes in der Dichtigkeit der Luft, antwortet Herr de Luc auf folgende Art: Die Erfahrung lehre hinlänglich, daß die Dämpfe und Dünste, selbst die, welche sich im leeren Raume bilden, beständig durchsichtig blieben, so lange sie den Wärmegrad bey sich behielten, bey welchem sie erzeugt wären. Was das Verschwinden der Dünste durch die Wärme betreffe, so müsse man, wie Sauſsüre selbst gethan habe, einen Unterschied unter bläschenförmigen und elastischen Dünsten machen; die elastischen Dünste verschwänden nicht, indem sie nie sichtbar wären, sondern nur die bläschenförmigen, welche aus sichtbaren unsichtbare würden, wenn die Zunahme der Wärme sie in elastische verwandelte. In Ansehung der Erscheinung des Dunstes durch die Kälte wäre diese eine natürliche Folge durch die Entziehung des Wärmestoffs. Es gäbe nämlich bey einer jeden Temperatur ein Maximum der Verdampfung oder der Ausdünstung, d. h. wenn in einem gewissen Raume, er sey mit Luft erfüllt oder luftleer, sich die elastischen Dämpfe erhalten sollen, so muß auch dieser Raum die Temperatur des verdunsteten Wassers selbst enthalten. Sobald also diese Dämpfe in eine kältere Luftschicht kämen, so würde ihnen ein Theil des Wärmestoffs entzogen, wodurch natürlich ein Theil der feinen Wassertheilchen zersetzt, und dadurch dem Auge sichtbar werden müsse; folglich sey diese Erscheinung bloß die umgekehrte von der zweyten. Es liege also in diesen drey Phänomenen nichts, was auf die Idee von einer Auflösung der Dünste durch

die

die Luft leitete, weil sie ohne diese weit natürlicher erklärt werden könnten. Was endlich die letzte Erscheinung betrifft, so wären die Dünste in jedem Zustande, selbst alsdann, wenn sie ihr Maximum erreicht hätten, specifisch leichter als die Luft, der sie beygemischt sind, wenigstens in der ganzen Höhe der Atmosphäre, wo ihre Phänomene beobachtet werden könnten. Sie könnten demnach, sobald sie sich in die Luft erhoben hätten, und so lange sie hier in einem unsichtbaren Zustande verblieben, keine Art von Modifikation erleiden, ohne daß die Luft, mit der sie vermischt sind, sie nicht erlitte und selbst niedersiege: insbesondere wirkte die Verminderung der Wärme in diesem Betracht nur auf sie, wie auf die Luft, und beyde Flüssigkeiten könnten in der Atmosphäre durch ihre Verdichtung nicht herabsinken. Wenn die Wärme abnähme, so senke sich eine Luftschicht, sie sey rein oder mit Dünsten vermischt, nicht durch ihre eigene Verdichtung, welche nur auf ihre Dichtigkeit wirke, sondern durch die Verdichtung der untern Schichten. Daher könnten die elastischen Dämpfe, wenn sie einmal in die Atmosphäre durch ihre ausdehnende Kraft und ihre specifische Leichtigkeit aufgestiegen sind, niemals wieder herabsinken, so lange sie diesen Zustand behielten.

Le Roi hatte angeführt, die Luft könne desto mehr verdünstetes Wasser enthalten, je wärmer sie selbst sey, und er glaubte hierin die bekannte allgemeine Eigenschaft aller Auflösungsmittel wieder zu finden. Allein de Lüc erklärt diesen Umstand ganz anders. Nämlich die Wärme der umgebenden Mittel bestimmt in allen Fällen den Grad der Dichtigkeit, bey der sich die schon hervorgebrachten Dämpfe erhalten können; dieses findet sowohl im luftleeren,

als

als auch im luftvollen Raume statt. Sollen die Dämpfe in irgend einem Raume, mit oder ohne Luft, erhalten werden, so muß dieser Raum wenigstens die Temperatur des verdunstenden Wassers selbst haben. Bey diesem Gleichgewichte entstehen nun desto mehr Dämpfe, je höher die Temperatur steigt. Dieß ist also der einzige Einfluß der Wärme der Luft, der sich nicht sowohl auf die Entstehung der Dünste, als vielmehr nach derselben auf ihre Erhaltung in dem mit Luft angefüllten Raume erstreckt.

Noch hat man gegen de Lüc eingewendet, daß die Luft das Wasser fallen lasse, sobald sie in einem verdünnten Zustande wäre, und man hat sich deßwegen auf die Erfahrung des Herrn Nollet berufen, nach welcher sich Dampf unter der Glocke der Luftpumpe niederschlage, wenn der von Luft verdünnte Raum über dem nassen Leder gemacht werde. Allein diesen Einwurf hat schon de Saussüre widerlegt. Dieser hat nämlich gezeigt, daß der Dampf aus dem feuchten Leder und aus dem übrigen Körper der Luftpumpe entstehe, indem bey immer mehr verdünnter Luft, folglich bey vermindertem Druck derselben, die Feuchtigkeit mehr verdampfe. Hieraus läßt sich vielmehr beweisen, daß die Verdünnung der Luft die Ausdünstung befördere, die Verdichtung hingegen derselben hinderlich sey. Herr Wilke, welcher verschiedene Versuche, wie bereits oben angeführt ist, wegen der Ausdünstung in verdünnter Luft unter der Glocke einer Luftpumpe anstellte, bemerkte mit Verwunderung, daß die Verdünnung der Luft mehr Trockenheit als Feuchtigkeit bewirke, welches durch die Versuche des Herrn de Saussüre vollkommen bestätigt ist. Herr de Lüc zeigt, daß diese Erscheinung sich sehr leicht erklären

lasse,

laſſe, wenn man den Dampf unter der Glocke bloß als mit der Luft vermiſcht betrachtet. Wenn man nämlich, ſagt er, einen Theil der Dämpfe mit der Luft unter der Glocke der Luftpumpe durch das Auspumpen wegnimmt, ſo bliebe anfänglich die Feuchtigkeit auf demſelben Grade; bald aber dringe aufs neue ſeines Waſſers beraubtes Feuer in den Raum der Glocke durch die Wände, und da nach der Vorausſetzung die Subſtanz des Hygrometers und die in der Glocke gebliebenen Dünſte hier die einzigen Quellen des Waſſers ſind, ſo raubt ihnen dieß neue Feuer daſſelbe, und die Feuchtigkeit nimmt ab.

Als einen vorzüglichen Beweisgrund, daß die Ausdünſtung Waſſer, in Luft aufgelößt, ſey, führt man an: das der freyen Luft ausgeſetzte Waſſer enthalte jederzeit eine beträchtliche Menge Luft, welche ſich unter der Luftpumpe oder auch durchs Kochen heraustreiben laſſe, und daher ſey das Waſſer ein Auflöſungsmittel der Luft; da nun alle Auflöſungen wechſelſeitig wären, ſo müſſe auch die Luft ein Auflöſungsmittel des Waſſers ſeyn. Allein es läßt ſich nicht wohl begreifen, wie aus der innigſten Vereinigung des Auflöſungsmittels mit der aufgelößten Subſtanz dieſe von jenem durch eine bloße Verminderung des Drucks ſollte abgeſchieden werden können, und überhaupt iſt es wohl mehr als wahrſcheinlich, daß die aus dem Waſſer unter dieſen Umſtänden ſich entwickelnde Materie mehr Waſſerdampf, als wirkliche Luft iſt.

Herr Pictet [k]) führt einige merkwürdige Verſuche an, die er im Januar 1786. mit einem Sauſſüriſchen

k) Verſuche über das Feuer. A. d. Franz. Tübing. 1790. 8. S. 135 f.

tischen Haarhygrometer angestellt hat, das in einem luftleeren mit Wasserdunst bis zur größten Feuchtigkeit angefüllten Ballon eingeschlossen war. In kälterer Temperatur sollte dieses Hygrometer auf dem höchsten Feuchtigkeitspunkte stehen bleiben; in wärmerer hingegen mehr Trockenheit zeigen. Allein wider Vermuthen war der Erfolg ganz anders. Brachte Herr Pictet den Ballon in eine kältere Temperatur, so ging das Hygrometer in den ersten Augenblicken schnell auf mehrere Trockenheit zu; dagegen ruckte es allemal gegen den Feuchtigkeitspunkt, sobald er den Apparat in die wärmere Temperatur zurückbrachte. Diese sonderbaren Erscheinungen, sagt Pictet, lassen sich gar nicht erklären, wenn man nicht mit de Lüc das Feuer unmittelbar als das fortleitende Fluidum der Feuchtigkeit annimmt. Denn nur unter dieser Voraussetzung läßt sich begreifen, wie das Feuer bey der ersten Erkältung, indem es das Haar des Hygrometers plötzlich verläßt, demselben zugleich einen Theil der Feuchtigkeit, mit der es gesättigt war, entreißt; hingegen bey der Erwärmung den Thau, der sich an den Wänden des Ballons gesammelt hat, mit sich nimmt, und dem Haare als Feuchtigkeit zuführt. Ist der Ballon nicht luftleer, so braucht das Feuer einige Zeit, um die Luft zu durchdringen, und die vorigen Erscheinungen zeigen sich nicht mehr, weil nun das Haar hinlängliche Zeit hat, seinen gehörigen hygrometrischen Gang anzunehmen.

Aus dem Satze, daß die Wärme die Feuchtigkeit mit sich fortführt, erklärt Herr Pictet den Umstand, daß Höhlen und unterirdische Orte im Winter trocken und im Sommer feucht sind. Er führt auch zum Beweise, wie wirksam das Feuer bey der Verdünstung

ſey, wenn es nicht von der Luft gehindert wird, die Erſcheinung an, daß ſich in Barometern, die man an die Sonne ſetzt, das Queckſilber deſtillirt, und im luftleeren Raume in Tropfengeſtalt an die Wände der Röhre ſetzt. Er ſchließt aus dem allen: die Theorie der Ausdünſtung gewinne merklich an Einfachheit und Deutlichkeit, wenn man die Wirkung der Luft ganz ausſchließe; man könne alle Phänomene aus der Wirkſamkeit des Feuers allein erklären, die Luft zeige ſich in allen Fällen mehr hinderlich, und ſey daher nie für etwas anders, als für ein durch Zuſammenhang bloß phyſiſch mitwirkendes Medium anzuſehen.

Endlich hat Herr de Lüc in einem eigenen Aufſatze [1]) über die Ausdünſtung folgende hieher gehörige Sätze zur Ueberſicht zuſammengeſtellt:

1. So oft Waſſer verdunſtet, wird ein expanſibles Fluidum (Waſſerdampf) erzeugt, welches aus Waſſer und Feuer zuſammengeſetzt iſt.

2. So lange dieſes Fluidum die Dampfgeſtalt behält, hat es mit der umgebenden Luft gleiche Elaſticität. Es iſt aber nicht permanent elaſtiſch, ſondern läßt ſich durch einen gewiſſen Grad von Druck und durch Abkühlung zerſetzen.

3. Das Hauptkennzeichen des Waſſerdunſtes beſteht darin, daß er ein beſtimmtes Maximum der Dichtigkeit bey einer gegebenen Temperatur hat, welches Maximum mit der Temperatur ſelbſt wächſt. Iſt er zu dieſem Maximum gelangt, ſo zerſetzt ihn jede Abkühlung, weil jetzt ſein voriges Maximum für die neue

1) Philoſ. Tranſact. for 1792. P II. p. 400. überſetzt in Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 141.

neue Temperatur zu groß ist; auch zersetzt ihn jede Zunahme des Drucks, weil jetzt seine Dichtigkeit für diese Temperatur zu groß wird.

4. So hängt auch der Grad des Drucks, welchen der Wasserdunst ausübt, oder den er ohne Zersetzung ertragen kann, von der Temperatur ab. Unter übrigens gleichen Umständen ist dieser Druck der Dichtigkeit proportional.

5. Wasserdunst wird bey jeder Temperatur gebildet, wenn anders der umgebende Raum seine Ausdehnung zuläßt. Muß er aber zu seiner Bildung ein Hinderniß überwinden, das im geringsten stärker ist, als das Maximum seiner der Temperatur gemäßen Kraft, so kann kein Dunst gebildet werden. Ist er endlich unter einem Drucke gebildet worden, der seine Kraft nicht überstieg, so wird er, wenn dieser Druck zu- oder die Temperatur abnimmt, selbst um ein geringes, ganz und gar zersetzt.

6. Dieses bestimmt nun sowohl den Grad der Hitze, wobey das Wasser sieden kann, als auch die Veränderungen dieses Grades bey Veränderungen des Drucks. Denn das Sieden ist derjenige Zustand einer tropfbaren Flüssigkeit, wobey im Innern derselben beständig Dampf gebildet wird. Eine solche expansive Kraft im Dampfe hängt von einem gewissen Grade der Dichtigkeit ab, der solchergestalt durch den Grad des Drucks bestimmt wird.

Die Beständigkeit des Grades der Siedhitze bey einem gegebenen Drucke rührt von dem Gleichgewichte her, das beständig zwischen der Quantität des Feuers, welches das Wasser zu durchdringen fortfährt, und der Quantität dessen statt findet, das zur Ver-

dampfung verwendet wird. Die Verſchiedenheiten bewirken nichts weiter, als eine ſchnellere oder langſamere Dampfbildung.

7. Hieraus erklärt ſich auch der Unterſchied zwiſchen den Phänomenen des Siedens und der gemeinen Verdünſtung. Das erſte erfordert einen beſtimmten Grad der Hitze, weil im Innern des Waſſers kein Dampf gebildet werden kann, ohne wenigſtens denjenigen Grad der Dichtigkeit zu haben, bey dem er den Druck der Atmoſphäre über der Waſſerfläche für ſich allein überwinden kann. Bey der gemeinen Ausdünſtung hingegen wird der Dampf an der Oberfläche des Waſſers durch jede Temperatur gebildet. Er trifft hier keinen Widerſtand an, den er nicht immer überwinden könnte; denn er vermiſcht ſich mit der Luft, und dehnt ſie im Verhältniſſe ſeiner Menge ſo aus, als es eine neue Quantität Luft thun würde.

8. Waſſerdunſt durch gemeine Ausdünſtung gebildet, iſt ſchlechterdings von eben derſelben Temperatur, als der Dampf des ſiedenden Waſſers: und in Rückſicht des Drucks, den er erleidet, iſt er in demſelbigen Zuſtande, als wenn er durch Ausdünſtung unter einer luftleeren Glocke hervorgebracht wäre. Im letztern Falle, wo der Druck der Atmoſphäre weggenommen iſt, hat der Dunſt im eingeſchloſſenen Raume bloß ſeinen eigenen Widerſtand zu überwinden; und in der freyen Luft findet das nämliche ſtatt, weil der Druck der Atmoſphäre von der Luft getragen wird, mit welcher der Dunſt ſich vermiſcht. Dieß beſtätigen auch die Verſuche. Bey einer Temperatur von 65° nach Fahrenh. wird durch das Maximum der Verdünſtung in einer luftleeren Glocke eine Queckſilberſäule von einem halben Zolle erhalten; und wenn man bey eben

der

der Temperatur eine Glocke mit Luft von der Dichtigkeit der äußern anfüllt, ein Barometer darunter setzt, und nun in der wohl ausgetrockneten Glocke durch hineingebrachtes Wasser das Maximum der Verdünstung hervorbringt, so steigt das Quecksilber im Barometer hier ebenfalls um einen halben Zoll. Ein Beweis, daß der Wasserdunst, mit Luft vermischt, an sich nicht mehr Druck ausübe, als im luftleeren Raume: nur daß in jenem Falle dieser Druck sich mit dem Drucke der Luft verbindet.

Uebrigens ist Herr de Lüc noch der Meynung, daß sich selbst der Wasserdunst durch eine uns unbekannte Naturoperation in der Atmosphäre in Luft verwandele, und umgekehrt in der Luft wieder zersetzt werden könne, und in mannigfaltiger Gestalt auf die Erde herabfalle.

Die neuern französischen Chemiker haben das Auflösungssystem nach le Roi mit ihrem Gebäude der Chemie in Verbindung gebracht. Das wesentliche desselben besteht nach Girtanner [m]) in folgendem:

Festigkeit, Flüssigkeit und Elasticität sind drey verschiedene Eigenschaften, welche nur verschiedene Zustände eines und desselben Körpers bezeichnen, und welche bloß von dem verschiedenen Grade der Temperatur, d. h. von der größern oder geringern Menge von Wärmestoff in ihrer Mischung abhängen. Es sind drey verschiedene Zustände, durch welche alle Körper in der Natur successive gehen können. Das Wasser

m) Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8.

ſer z. B. iſt bey einer Temperatur unter o Reaum. ein feſter Körper, Eis. Bey einer höhern Temperatur von 80° Reaum. wird das Anziehen ſeiner kleinſten Theile noch geringer. Dieſe folgen nunmehr der zurückſtoßenden Kraft des Wärmeſtoffs, und das Waſſer verwandelt ſich in Dampf, in Gas, in eine luftförmige, elaſtiſche Flüſſigkeit. Ehe ſich aber ein Körper in eine luftförmige Flüſſigkeit verwandeln kann, muß derſelbe ſehr elaſtiſch werden; er muß ſo viel elaſtiſche Flüſſigkeit, ſo viel Wärmeſtoff aufnehmen, daß ſeine Elaſticität größer wird, als die Elaſticität der Atmoſphäre. Wird die Elaſticität der Atmoſphäre oder der ſogenannte Druck derſelben weggenommen, ſo verwandeln ſich viele Körper in Gas, welche ſich außerdem nie in Gas verwandelt haben würden. So würden wir z. B. ohne Druck der Atmoſphäre die Naphtha nicht anders kennen, als unter der Geſtalt einer elaſtiſchen Flüſſigkeit.

Die verſchiedenen Arten von Gas benennt man am beſten nach ihrer Grundlage, d. h. nach demjenigen Körper oder Stoffe, der, mit dem Wärmeſtoffe verbunden, jede beſondere Art von Gas ausmacht. Der Wärmeſtoff iſt allen gemein und weſentlich nothwendig. Diejenige elaſtiſche luftförmige Flüſſigkeit, welche aus dem Waſſer entſteht, wenn daſſelbe in eine Temperatur gehalten wird, welche größer iſt, als der Siedpunkt, heißt dem zu Folge Waſſergas. Im gemeinen Leben nennt man dieſes Gas Waſſerdämpfe. Zwiſchen einem ſogenannten Dampfe und einem Gas findet gar kein weſentlicher Unterſchied ſtatt.

Alle Arten von Gas, die wir kennen, löſen Waſſer auf.

Ein

Ein Körper kann aus dem tropfbaren Zustande in den elastischen übergehen:

1. Durch die Wirkung des Wärmestoffs. Dieser Uebergang wird Verdampfung genannt.

2. Durch eine hinlängliche Abnahme des äußern Drucks. Auch in diesem Zustande wird eine beträchtliche Menge Wärmestoff eingesogen und gebunden. Dieser Wärmestoff wird den benachbarten Körpern entzogen, und diese werden daher während des Verdampfens der Flüssigkeit kälter. So verdampft z. B. das kalte Wasser unter der Glocke einer Luftpumpe, und verursacht Kälte.

3. Durch die Wirkung einer schon vorher vorhandenen elastischen Flüssigkeit. Auch in diesem Falle wird sehr viel Wärmestoff eingesogen und gebunden. Dieser Wärmestoff wird den benachbarten Körpern entzogen, welche daher erkalten. So lößt sich z. B. das Wasser in der Atmosphäre auf, vermehrt den Umfang derselben, und erkältet sie, im Verhältnisse der Menge und der Schnelligkeit jener besondern Art von Lösung, welche man Verrauchung (evaporatio) nennt. Die der Verrauchung günstigen Umstände sind

a. eine höhere Temperatur der aufzulösenden tropfbaren Flüssigkeit,

b. eine größere Dichtigkeit des auflösenden, elastischen Flüssigen.

In beyden Fällen sind beyde Körper dem Zustande näher, in den sie übergehen sollen.

Der Zustand eines elastischen Flüssigen ist der letzte Zustand, in welchen der Wärmestoff einen Körper verwandeln kann. Aber auch noch in diesem Zu-

ſtande hört der Wärmeſtoff nicht auf, auf den Körper zu wirken, indem er denſelben ausdehnt, oder ſeine Elaſticität vermehrt.

Der Wärmeſtoff wirkt auf die Körper, indem er dieſelben ausdehnt, wenn der äußere Druck ſeiner Wirkung nachgeben kann. Daher unterſcheidet man entſtehende Dämpfe, und gehobene Dämpfe. Entſtehende Dämpfe ſind ſolche, welche gerade die nöthige Temperatur haben, um in dem Zuſtande eines elaſtiſchen Flüſſigen zu ſeyn, und welche weder die geringſte Erkältung, noch die geringſte Zunahme des Drucks erleiden können, ohne daß ſie ſich wenigſtens zum Theil wieder in eine tropfbare Flüſſigkeit verwandeln. Gehobene Dämpfe ſind ſolche, deren Temperatur höher iſt, als die Temperatur der tropfbaren Flüſſigkeiten, aus denen ſie entſtanden ſind, die im kochenden Zuſtande iſt. Durch einen gewiſſen Grad von Druck kann man ſie erkälten, ohne ihren Zuſtand zu verändern. Alle Arten von Gas ſind weiter nichts als gehobene Dämpfe. Sie laſſen ſich wenigſtens im mittleren Zuſtande, offenbar im Verhältniſſe der druckenden Kraft, zuſammendrucken.

Das Waſſer löſt ſich in der Luft auf zweyerley Weiſe auf, vermöge des Feuers und ohne Feuer. Mit dem Feuer verbunden iſt das Waſſer in Geſtalt gehobener Dämpfe oder in Geſtalt von Waſſergas mit der atmoſphäriſchen Luft vermiſcht. Außerdem aber enthalten noch die verſchiedenen Gasarten, aus denen die atmoſphäriſche Luft beſteht, Waſſer in flüſſiger Geſtalt aufgelöſt.

Das Hygrometer zeigt nur an, wie viel Waſſer in flüſſiger Geſtalt in der atmoſphäriſchen Luft enthal-

ten

ten ist; aber es zeigt nicht an, wie viel Wasser in Gestalt von Eis, oder in Gestalt von Gas, die Luft enthält. Eine Luft kann daher zu Folge der Grade, welche das Hygrometer anzeigt, sehr trocken zu seyn scheinen, und dennoch sehr viel Wasser in Gasgestalt enthalten. Daher kommt es, daß eine sehr trockene Luft, bey starker Erkältung, auf einmal feucht wird; und so entsteht oft aus einer sehr trockenen Luft ein plötzlicher Regen von vielen tausend Centnern Wasser.

Bey gehöriger Prüfung aller dieser Sätze wird sich sehr leicht ergeben, daß sie sich nicht alle auf richtigen Erfahrungen stützen. Wohl schwerlich wird man annehmen können, daß Dämpfe und Wassergas als einerley Produkt anzusehen sind. Außerdem ist auch der Satz noch nicht bewiesen, daß alle Arten von Gas Wasser auflösen.

Der größte und stärkste Vertheidiger des Auflösungssystems ist der Herr Direktor Hube n) in Warschau. Nach ihm ist die unsichtbare und unmerkliche Ausdünstung eine wahre Auflösung des Wassers in Luft. Wenn nämlich in einer Flasche feuchte atmosphärische Luft verschlossen werde, so lasse diese kein Wasser auf den Boden fallen, wenn sie noch so lange ruhig stehe, welches doch erfolgen müßte, wenn das Wasser bloß mit der Luft cohärirte, da jenes auf 900 mal schwerer als diese wäre. Sobald sich aber zwey specifisch verschiedene Materien von verschiedenem specifi-

n) Ueber die Ausdünstung und ihre Wirkungen in der Atmosphäre in 2 Büchern. Leipz. 1790. 8. Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre; in einer Reihe von Briefen. B. II. Brief 21. 26.

eiſiſchen Gewichte von einander nicht abſonderten, ob ſie gleich in Ruhe ſich befänden, ſo wäre dieſes ein weſentliches Kennzeichen der Auflöſung. An den Wänden einer ſolchen Flaſche zeigten ſich zwar Tropfen, wenn ſie kalt werde; allein dieſe verſchwinden auch ſogleich wieder, ſobald man die Flaſche erwärmt. Sie beweiſen alſo nur, daß die Ziehkraft der Luft durch die Kälte abnimmt, und durch die Wärme wieder wächſt.

Ferner ſoll die Erzeugung der Kälte bey der Ausdünſtung ein augenſcheinlicher Beweis ſeyn, daß ſie eine wahre Auflöſung des Waſſers in der Luft ſey, weil bey allen Auflöſungen die Wärme ſich um deſto mehr verändere, je ſchneller ſie vor ſich gehen. Hingegen werde eine unter einer verſchloſſenen Glocke befindliche und durch Laugenſalze ausgetrocknete Luft oft merklich erwärmt, welches durch das Steigen eines unter ſelbige gebrachten Thermometers hinlänglich bewieſen werde; folglich wäre die Abſonderung des Waſſers aus der Luft ein wahrer Niederſchlag, welcher eine vorhergehende Auflöſung vorausſetze.

Herr Hube hält die Vermehrung der Elaſticität bey einer ſchnellen Ausdünſtung für eine der ſonderbarſten Erſcheinungen. Wenn ein Barometer und ein Thermometer unter eine etwas große gläſerne Glocke gebracht, und außerdem noch ein feuchter Lappen hinzugethan wird, ſo wird man mehrentheils bemerken, daß das Thermometer fällt, und das Barometer ſteigt, indem der feuchte Lappen trocknet. Dieſe Wirkung ſoll unſtreitig davon herrühren, daß die Luft durch eine ſchnelle Auflöſung ein viel beſſerer Leiter der Wärme, folglich auch kälter wird, und mithin jetzt bey einem gleichen Grade Wärme mehr Feuermaterie ent-

enthalten muß, als vorher. Trocknet man hingegen eingeschlossene Luft durch Laugensalze, so wird sie mehrentheils wärmer und weniger elastisch als vorher. Hieraus könne man leicht einsehen, warum feuchte Luft durch Hitze sich gewöhnlich stärker ausdehne, als trockne. Brächte man nämlich in eine oben offene und unten mit einer Kugel versehene Glasröhre bald trockene bald feuchte Luft, und verschlösse sie durch etwas oben hinzugegossenes Queckſilber, erhitzte hierauf die Kugel mit der Röhre bis auf einen gewissen Grad, so setze die feuchte Luft allemal etwas von ihrer Feuchtigkeit an das Glas ab, welches sie berührt. Wird sie nun nachher erhitzt, so lößt sich diese Feuchtigkeit schnell wieder auf, und ihre Elasticität nimmt also nicht bloß, so wie die der trockenen Luft, durch die Wärme, sondern auch durch die Auflösung zu.

Durch die Auflösung des Wassers werde die Luft nicht trübe. Dieß soll ebenfalls ein Beweis seyn, daß hiebey eine wahre Auflösung statt finde. So sey in den heißen Ländern die Ausdünstung außerordentlich stark, und dennoch bleibe daselbst der Himmel viele Monate nach einander ganz heiter, welches offenbar eine Auflösung des Wassers in der Luft beweise. Jedoch aber verminderten die Dünste die Durchsichtigkeit der Luft in etwas. Auf hohen Bergen erblicke man selbst beym heitersten Wetter die Sterne in viel größerer Menge und viel glänzender, als von unten; nur das Licht der Sonne würde nahe am Horizonte ganz ungemein geschwächt, weil die Luft vorzüglich unten mit sehr vielen Dünsten beladen wäre. Sollte also die Ausdünstung keine wahre Auflösung des Wassers in der Luft seyn, so müßten sich die Dünste in der obern Luft anhäufen, und den Himmel verdunkeln; auch

auch würden ſie die obere Luft zu allen Zeiten feuchter machen, als die untere, wogegen die Erfahrung ſtreite.

Von den Dünſten unterſcheidet Herr Hube den Dampf, welcher durch das kochende Waſſer erzeugt wird. Dieſer Dampf rühre nicht von der Auflöſung des Waſſers in der Luft her; er ſey nur etwas leichter als dieſe, und ſteige daher langſam in ihr auf. Aber in der Luft ließe er ſich nicht auflöſen, ſondern verjage dieſe vielmehr aus Gefäßen, in welche er hineinfährt. Würde er aber erkaltet, ſo verwandele er ſich wieder in Waſſer, und alsdann löſe ihn die Luft auf.

Die Ausdünſtung werde befördert durch eine größere Oberfläche des Waſſers, weil es die Luft in deſto mehreren Punkten berühre, durch eine vermehrte Wärme, durch den Wind, und durch das Gefrieren des Waſſers. Auch in einem verſchloſſenen Gefäße werde die Ausdünſtung bey gleicher Wärme nach und nach immer ſchwächer. Dieſes aber beweiſe, daß die Ziehkraft der Luft gegen das Waſſer immer mehr abnehme, je mehr ſich die Luft mit Dünſten anfülle, bis ſie endlich geſättigt werde.

Ferner lehre die Erfahrung, daß die Ausdünſtung unter der Glocke einer Luftpumpe immer mehr abnehme, je ſtärker man die Luft verdünne. Indeſſen dunſte das Waſſer auch in einem leeren Raume noch immer aus, wo die Luft ſo verdünnt iſt, als ſie mit den beſten Werkzeugen nur immer verdünnt werden kann.

Die Luft, welche uns umgibt, enthalte beſtändig eine Menge wäſſeriger Dünſte, auch wenn ſie ganz hell und durchſichtig iſt. Dieſe machten ihre wahre Feuchtigkeit aus, welche um deſto größer werde, je mehr

Dünſte

Dünste eine gewisse Menge Luft enthielte, oder je kleiner die Masse sey, in der sich eine gewisse Menge von Dünsten befindet. Die scheinbare Feuchtigkeit hingegen hänge von der Ziehkraft der Luft ab. Wir nennten die Luft feucht, wenn trockene Körper in der Luft feucht werden, und trocken, wenn feuchte Körper in ihr trocknen. Alle feste Körper ziehen das Wasser um desto stärker an, je trockener sie sind. Erwärmte man aber die Luft um einen feuchten Körper, so würde er trockener, und man sehe hieraus, daß die Ziehkraft der Körper gegen das Wasser durch die Wärme entweder gar nicht, oder doch viel weniger als die Ziehkraft der Luft vermehrt wird. Zwischen der Ausdünstung des Wassers und der Trocknung feuchter Körper sey also auch unter andern dieser wichtige Unterschied, daß jene immer gleich stark bleibe, so lange die Ziehkraft der Luft sich nicht ändere, da hingegen diese immer schwächer werde, weil der trocknende Körper das Wasser immer stärker und stärker zurückhalte, und er nur durch den Ueberschuß der Ziehkraft der Luft über seine eigene getrocknet werde.

Die Ziehkraft der Luft werde vermindert durch die Vermehrung der wahren Feuchtigkeit durch die Kälte und andere Ursachen; die Ziehkraft derselben werde aber auch durch die entgegengesetzten Ursachen vermehrt.

Wenn ein Hygrometer unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht würde, so würde die Luft trockener, je mehr sie verdünnt werde. Hieraus folge, daß die Ziehkraft der Luft durch die Verdünnung wachse, und durch die Verdichtung abnehme. Weil in einer Luftpumpe entweder unter der Glocke, oder in den Röhren gewöhnlich Feuchtigkeit enthalten ist, so setzt sich eine

eine ganz unmerkliche Näſſe inwendig an die Glocke, und dieſe Waſſerbläschen ſchwellen, ſobald zu pumpen angefangen wird, auf, reißen ſich von der Glocke los, und erſcheinen als ein Nebel in der Glocke. Dieſer Nebel verſchwindet, wenn man zu pumpen fortfährt; er erſcheint aber aufs neue, wenn man mit dem Pumpen etwas inne hält, und nach einiger Zeit wieder zu pumpen anfängt. Reinigt man aber alle Theile der Pumpe aufs ſorgfältigſte, und klebt nachher die Glocke mit Wachs an den Teller, ſo ſieht man hernach bey dem Pumpen keinen Nebel, ſondern die Luft unter der Glocke bleibt ganz rein.

Wenn die Luft unter der Glocke ſchnell ausgepumpt werde, ſo falle ein unter der Glocke befindliches Thermometer merklich. Es bleibe nämlich auch bey der beſten gereinigten Pumpe noch immer einige Feuchtigkeit zurück, welche durch das ſchnelle Pumpen von der unter der Glocke befindlichen Luft ſchnell aufgelöſt werde, und eine ſchnelle Auflöſung ſey allemal mit merklicher Kälte verknüpft. Höre man zu pumpen auf, ſo erhebe ſich das Thermometer allmählig wieder auf ſeinen vorigen Stand. Laſſe man hierauf die äußere Luft ſchnell unter die Glocke, ſo ſchlage ſich das Waſſer an der Glocke nieder, und in dem Augenblicke ſteige das Thermometer um Einen oder zwey Grade, als ſo tief es vorher bey der Verdünnung der Luft gefallen war. Denn eine ſolche Niederſchlagung des Waſſers aus der Luft bringe allezeit Wärme hervor. Auch wenn nach verſchloſſenem Hahne die Luft unter der Glocke einige Tage nach einander durch Salze aufs äußerſte getrocknet, nachher aber der Hahn geöffnet, und die Luft ſchnell verdünnt werde, falle das eingeſchloſſene Thermometer. Denn auch eine

ſolche

solche getrocknete Luft werde durch Verdünnung noch trockener, obgleich ein Haarhygrometer diese Veränderung nicht anzeigen könne, weil es in einer solchen Luft seine Beweglichkeit ganz verliere, und überhaupt sein Haar bis aufs äußerste darin verkürzt werde.

Alle diese bisher erzählten Erscheinungen sollen Auflösung des Wassers in der Luft, und umgekehrt Niederschlag desselben in ihr beweisen, weil jede Auflösung des Wassers in der Luft Kälte, und jeder Niederschlag aus derselben Wärme erzeuge.

Nach Herrn Hube gibt es aber zwey wesentlich verschiedene Arten der Auflösung des Wassers in der Luft. Bey der ersten Art der Ausdünstung, oder wo ein feuchter Körper trocknet, wird die Luft, die keine Feuchtigkeit auflößt, mehrentheils merklich elastischer. De Saussüre hat hierüber viele sorgfältige Versuche unter gläsernen Glocken angestellt, und gefunden, daß jeder Gran verdunsteter Feuchtigkeit die Elasticität der Luft ungefähr gleich stark vermehrt, ihre wahre Feuchtigkeit mag größer oder kleiner seyn. Nach seinen Berechnungen wird die eingeschlossene Luft durch jeden Gran aufgelößter Feuchtigkeit noch um etwas sehr weniges elastischer, als wenn man ihr Einen Gran reine Luft zugegeben, und sie dadurch verdichtet hätte, so daß diese Luft, wenn sie sich frey ausdehnen könnte, etwas eigenthümlich leichter seyn würde, als sie vor der Auflösung des Wassers war. Es macht aber die Verminderung des eigenthümlichen Gewichts der Luft selbst bey der größten Menge von Dünsten, welche die Luft aufnehmen kann, nur gegen $\frac{1}{400}$ ihres Gewichts aus. Herr Hube schließt nun hieraus, daß jeder Gran Wasser so aus einander getrieben würde, als ob er selbst in Einen Gran Luft, und

also ungefähr in einen 900 mal größern Raum ausgedehnt würde. Die heftigen Bewegungen machen, daß beständig viele kleine noch unaufgelößte Theilchen von der Luft mit fortgerissen und nach allen Seiten hin mit der größten Schnelligkeit zerstreut werden. Ist der trocknende Körper warm und naß genug, so werden diese Wassertheilchen oft so groß und so häufig, daß sie die Luft trüben, und als ein Rauch erscheinen. Ueberhaupt aber steigen sie oft in der Atmosphäre zu einer ansehnlichen Höhe auf, ehe sie sich völlig auflösen.

Die Ausdünstung der zweyten Art geht langsam von statten, und die Luft wird hier durch die Auflösung des Wassers wenig oder gar nicht elastischer. Setzt man des Sommers bey heißem Wetter ein Gefäß mit Wasser an einem ganz ruhigen verschlossenen Orte in die Sonne, so geht Anfangs die Ausdünstung stark von statten, oder es dunstet auf die erste Art aus. Nach und nach aber häufen sich, wegen der Ruhe der Luft, die Dünste und Wassertheilchen in der nächsten Luft über dem Wasser so sehr an, daß diese ihre Ziehkraft fast ganz verliert, und daher nur sehr langsam und auf die zweyte Art auflößt. Bisweilen bemerkt man auf der Oberfläche des Wassers ein halbdurchsichtiges Häutchen, und wenn man dieses wegbläßt, so fängt gleich wieder eine Ausdünstung der ersten Art an. Wenn unter einer Glocke ein Barometer und Thermometer, aber zugleich, anstatt eines feuchten Lappens, ein Gefäß mit Wasser verschlossen wird, so fällt während der Ausdünstung das Thermometer nicht und das Barometer steigt nicht. Sogar ein feuchter Lappen fängt in einer Glocke auf die zweyte Art zu trocknen an, sobald ein darin befindliches Haarhygrometer auf den 90. Grad der Feuchtigkeit kommt. Alsdann

dann steigt nach Verhältniß das Barometer viel weniger, als vorher, bis beyde ganz unbeweglich bleiben, ungeachtet die eingeschlossene Luft noch immer viel feuchter wird. Diese Erfahrung beweiset ebenfalls sehr deutlich, daß die Ausdünstung der ersten Art in die von der zweyten Art übergeht, sobald die Ziehkraft der aufzulösenden Luft wegen der zu starken Anhäufung der Dünste, oder aus andern Ursachen zu sehr geschwächt wird.

Die Luft wird durch die Ausdünstung der zweyten Art specifisch schwerer, weil dadurch die Elasticität derselben nicht verstärkt wird. Folglich muß das absolute Gewicht der Luft um eben so viel größer werden, als das in ihr aufgelößte Wasser beträgt. Bisweilen kann die Vermehrung dieses specifischen Gewichts sehr viel betragen, wie Lambert durch Versuche dargethan hat, nach welchem 1 Cubikfuß Luft ungefähr 342 Pariser Gran Wasser aufnehmen könne, welches aber von den Erfahrungen des Herrn de Saussüre sehr abweicht. Denn nach diesem kann 1 Cubikfuß Luft nicht mehr als 11 Gran Wasser aufnehmen. Jedoch glaubt Herr Hube, daß die Luft, welche 12 bis 15 französ. Grad warm ist, noch mehr Wasser, als der dritte Theil ihres Gewichts beträgt, aufgelößt in sich enthalten könne.

Bey der ersten Art der Ausdünstung werden die Wassertheilchen, indem sie sich in der Luft völlig auflösen, wie es scheint, auf eine besondere Art mit ihrer Feuermaterie verbunden, und gleichsam luftförmig gemacht. In dieser Gestalt gehen sie nachher auch beständig aus den feuchtern in die trockenen Luftmassen über, bis sie niedergeschlagen werden. Bey der zweyten Art der Ausdünstung hingegen vereinigen sich die

Waſſerdünſte mit der untern auflöſenden Luft, ohne luftförmig zu werden. Sie können alſo auch die obere Luft nicht ausdehnen, wenn ſie ſich erheben.

In einer ſehr verdünnten Luft iſt die Ausdünſtung des Waſſers allezeit ſehr ſchnell, d. h. von der erſten Art, und mit einer ungemein ſtarken Elaſticität verſehen; unfehlbar, weil die Waſſerdünſte ſich um deſto leichter und ſchneller durch die Luft zerſtreuen, je dünner ſie iſt. Dieß beſtätigen die Erſcheinungen des Waſſerhammers, und der Franklinſchen Röhre, oder einer dünnen gläſernen, an beyden Enden ſenkrecht umgebogenen Röhre, welche ſich in zwey luftleere und halb mit Waſſer oder Weingeiſt angefüllte Kugeln endigt. In dieſen beyden Werkzeugen kocht das Waſſer ſchon bloß durch die Wärme der Hand. Die ſehr verdünnte Luft, die ſich in den Kugeln dieſer Werkzeuge befindet, löſt nämlich das Waſſer mit Heftigkeit auf, ſobald ihre Ziehkraft durch die geringſte Wärme der Hand verſtärkt wird. Während der Auflöſung des Waſſers in der Luft nimmt man in der Hand, welche die Kugel der Röhre hält, beſtändig eine Erkältung wahr, welche eben von der ſchnellen Auflöſung des Waſſers herrührt. Ueberhaupt wird die Luft durch die Auflöſung des Waſſers um deſto elaſtiſcher, je dünner ſie iſt, weil ſie nach Verhältniß eine immer größere Menge Waſſer auflöſen kann, ehe ſie geſättigt wird. Wenn ein kleines Tröpfchen Waſſer auf irgend eine Art bis an das untere Ende des längern oben verſchloſſenen Schenkels eines Barometers kommt, ſo ſteigt es, weil es eigenthümlich viel leichter iſt, als das Queckſilber, in dieſem an der Wand der Röhre bis nach oben, und wird ſelbſt gleich von der höchſt dünnen Luft, die über dem

Queck-

Queckſilber iſt, aufgelößt. Hierdurch nimmt aber die Elaſticität jener Luft ſo ſehr zu, daß das Barometer 10 bis 12, ja zuweilen an 18 Pariſ. Linien niedriger ſteht, als andere gute Barometer.

Im erſten Anfange pflegt die Ausdünſtung ganzer Waſſermaſſen die von der erſten Art, in der Folge aber, wenn ſich die an der Waſſerfläche zunächſt liegende Luftſchicht mit Feuchtigkeit angefüllt hat, die von der zweyten Art zu ſeyn. Bey der Ausdünſtung der erſten Art löſt eingeſchloſſene Luft bey mittlerer Temperatur etwa den 75ſten Theil ihres Gewichts an Waſſer auf, und ihre Elaſticität wird, wie aus den Verſuchen des de Sauſſüre folgt, dadurch um $\frac{1}{74}$ verſtärkt; hingegen kann alsdann die Ausdünſtung der zweyten Art noch ſehr lange fortdauern, und die eingeſchloſſene Luft, ohne ihre Elaſticität zu vermehren, bis gegen $\frac{1}{3}$ ihres Gewichts an Waſſer aufnehmen. Sobald ſich aber die Waſſertheilchen mit der Luft verbunden haben, ſo können ſie nun auch keine Veränderung weiter erleiden, ſie mögen in eine Luftſchicht übergehen, in welche ſie wollen. Diejenigen Waſſertheilchen alſo, welche ſich nach der erſten Art in der Luft aufgelößt haben, vermehren auch die Elaſticität der obern Luft; diejenigen hingegen, welche ſich auf die andere Art auflöſen, können auch die obere Luft nicht ausdehnen. Dieſen merklichen Unterſchied der Auflöſungen beyder Arten gebraucht Herr Hube zur Erklärung der Meteore.

So wie es nach Herrn Hube eine doppelte Art von Auflöſung des Waſſers in der Luft gibt, ſo findet auch nach ihm eine doppelte Art von Niederſchlagung ſtatt. Die Niederſchlagung der erſten Art hat nämlich alsdann ſtatt, wenn das Waſſer auf die erſte

Art, die Niederschlagung der andern Art aber, wenn das Wasser auf die zweyte Art aufgelößt war. Bey der Niederschlagung der ersten Art verliert die Luft gerade so viel von ihrer Elasticität, als sie vorher durch die Auflösung gewonnen hatte; bey der Niederschlagung der zweyten Art aber behält sie ihre Elasticität, verliert aber an ihrem eigenthümlichen Gewichte. Beyde Arten der Niederschlagungen kann man ferner in absolute und relative theilen. Die erstern entstehen, wenn die Luft mit Wasser übersättigt ist. Sie machen die Luft allemal trübe. Die letztern finden statt, wenn sich die Dünste, indem sie sich aus der Luft absondern, gleich an andere Körper anhängen, weil sie von diesen stärker angezogen werden, als von der Luft. Diese trüben die Luft nicht. Durch die Kunst können wir nur relative, nicht aber absolute Niederschlagungen des Wassers aus der Luft hervorbringen.

Beyde Systeme, das Auflösungssystem und das des Herrn de Lüc, sind vielfältig bestritten worden, und sie sind, selbst nach dem eigenen Geständnisse ihrer Urheber, noch mangelhaft und unvollständig. Nach Herrn Parrot's o) Urtheile liegt die Ursache davon theils in den noch nicht lange bekannten oder hinlänglich bestätigten Sätzen der neuern Chemie, theils darin, daß man die Ursachen zu den großen und so mannigfaltigen Phänomenen unserer Atmosphäre in dieser Atmosphäre selbst, in diesem in so vieler Rücksicht außer dem Wirkungskreise unserer Erfahrung liegenden Produkte so vieler Elemente, gesucht habe. Sie lägen allen

o) Voigt's Magazin der Naturkunde. B. III. St. I. Weimar 1801. S. I. f.

allerdings darin, aber wir müßten sie in einem eingeschränkten, unsern Kräften angemessenen Laboratorium aufsuchen, weil in der großen Werkstätte der Natur die Phänomene meist so weit von uns entfernt lägen, und durch zu viele Ursachen modificirt würden, als daß wir zu sichern und reinen Resultaten gelangen könnten. Herr Parrot wurde durch Versuche mit seinem Eudiometer auf eine ganz neue Theorie der Ausdünstung und der Niederschlagung des Wassers geleitet. Er fand, daß bey der Zersetzung der atmosphärischen Luft durch Phosphor alle darin enthaltenen wässerigen Dünste niedergeschlagen wurden. Ueberhaupt glaubt er, aus seinen Versuchen annehmen zu dürfen, daß nicht die Oxydation selbst, nicht die oxydirbaren Substanzen, sondern die bloße Abwesenheit des Sauerstoffgas den Niederschlag der Dünste verursache, oder, daß Stickgas und Luftsäure kein Wasser für sich aufgelößt enthalten können, und daß folglich die atmosphärische Luft nur vermöge ihres Sauerstoffgehalts Wasser aufgelößt besitze. Aus seinen Beobachtungen zog er folgende Sätze:

Eine jede der von ihm geprüften Luftarten, nämlich feuchte und trockene atmosphärische Luft, reines Stickgas, gephosphortes Wasserstoffgas, und eine Mischung von Stickgas und Luftsäure enthält noch eine Portion Wasserdunst unaufgelößt, bloß durch den freyen Wärmestoff in Dunstgestalt, der Menge nach ungefähr $\frac{1}{10}$ desjenigen Dunstes, welchen atmosphärische Luft aufgelößt enthalten kann.

Diese Luftarten lassen insgesammt diesen Dunst spätestens bey der Temperatur des frierenden Wassers fallen.

Eine größere Kälte ſchlägt weder in den zerſetzten, noch in den unzerſetzten Luftarten eine größere Menge dieſes Dunſtes, und auch weiter nichts nieder.

Eine ſtarke Verminderung der Temperatur, wie hier von 28 Graden, ſchlägt aus der atmoſphäriſchen Luft keine aufgelößten Dünſte nieder; denn der geringe Niederſchlag durch Erkältung iſt in atmoſphäriſcher Luft und in Stickgas beynahe gleich.

Iſt der beobachtete kleine Unterſchied dieſes Niederſchlags durch Erkältung zwiſchen atmoſphäriſcher Luft und Stickgas durchaus gegründet, ſo erhöhet die Gegenwart des Sauerſtoffgas die Fähigkeit des Stickgas, dieſe Dünſte durch Wärmeſtoff aufzunehmen.

Dieſe durch Wärmeſtoff erzeugten Dünſte trüben die Luft nicht, ſo lange ſie nicht damit überſättigt iſt.

Dieß ſind die Sätze, auf welche Parrot ſeine neue Theorie der Ausdünſtung und dem Niederſchlage des Waſſers gründet. Ehe er aber dieſe aufſtellt, ſucht er die Unzulänglichkeit und Unrichtigkeit der bisherigen Theorien zu erweiſen. Herr de Lüc habe es zwar unternommen, das Auflöſungsſyſtem zu widerlegen, allein er habe dieſes im geringſten nicht geſchwächt, ſondern bloß das Hypothetiſche, welches de Sauſſüre dazu angegeben hat, um den Niederſchlag zu erklären. In der That ſeyen weder Beraubung der freyen Wärme, noch die natürliche Sättigung, noch Winde, noch Elektricität zur Erklärung des Phänomens der Wolken und des Regens hinreichend. Von der Unzulänglichkeit der Beraubung des Wärmeſtoffs gebe de Lüc durch ſeine wichtige Beobachtung auf dem Buat den ſchönſten Beweis im

Großen.

Großen. Die natürliche Uebersättigung könne höchstens einen äußerst feinen Staubregen, und zwar in kleinen Höhen, gewiß aber nicht große Regengüsse erklären. Winde seyen nur Bewegungen der Luft, diese geschehen nur in Massen, und es sey dabey an keine partiellen oder relativen Bewegungen der Wassertheilchen, mithin an keinen Stoß derselben unter sich zu denken. Eben so wenig könne ein vertikaler Wind, der überdieß nie beobachtet worden sey, während dem Regen so viel Dünste hinaufbringen, als zum Ersatz des herabfallenden Wassers und der Unterhaltung des Regens nöthig sey, besonders da bey jedem Gewitterregen die Luft abgekühlt, mithin ihre Auflösungsfähigkeit, nach dem Saussüreschen Systeme, vermindert werde. Aus der Elektricität lasse sich ebenfalls keine befriedigende Erklärung ableiten, weil wir keine direkte Erfahrung hätten, daß man unmittelbar durch sie merkliche Niederschläge erzeugt habe.

De Lüc, der alle Auflösung des Wassers in Luft verwerfe, behaupte eine Verwandlung des Wassers in eine eigenthümliche Luftart; dawider lasse sich aber die sehr bedeutende Einwendung machen, daß diese eigenthümliche Luftart des Wassers eine bloße Hypothese sey, für welche sich kein einziges Factum anführen lasse, indem keine andere Verwandlung des Wassers in Luft bekannt sey, als die allgemein angenommene Zerlegung in die beyden Stoffe. Diese Zerlegung zur Ursache der wässerigen Meteore zu machen, habe de Lüc nicht für rathsam gefunden, weil er die Schwierigkeiten dieser Hypothese zu deutlich eingesehen. Allein seine Hypothese sey doch noch weniger annehmlich, theils weil sie durch keine Thatsache unterstützt sey, theils weil sie nichts erkläre,

und die Urſache der Verwandlung, wie auch die der Reduktion ſelbſt, ihrem ſo ſcharfſinnigen Urheber ein Räthſel bleibe. In dieſer Rückſicht ſey die Sauſſüreſche annehmlicher. Sie erkläre wenigſtens dem Scheine nach, und auch zum Theil wirklich, die Ausdünſtung, laſſe aber den Niederſchlag unerklärt. De Lüc hingegen erkläre weder das eine noch das andere, ſo wenig als die carteſianiſchen Wirbel die Gravitation. Das Daſeyn ſeiner eigenthümlichen Waſſerluft ſollte zuerſt erwieſen werden; alsdann erſt könne man es verſuchen, durch ſie zu erklären.

Herr Hube räume der Elektricität die Hauptrolle im Werke der Bildung der Wolken ein, indem er ſich übrigens für das Auflöſungsſyſtem erkläre, und ſcheint die Wirkung des Wärmeſtoffs vorzüglich auf die Bildung des Nebels einzuſchränken, obgleich er eine große Aehnlichkeit zwiſchen Nebeln und Wolken behaupte. Die Reibung der Wolken an der Luft, als Urſprung der Elektricität, ſey am Ende der erſte Punkt, um welchen ſich ſein ganzes Syſtem drehe. Allein abgerechnet, daß eine ſolche Reibung, wenn ſie auch in der verlangten Heftigkeit ſtatt findet, keine Elektricität hervorbringen könne, indem dieſes Phänomen die Reibung ungleichartiger Körper erfordere, ſo ſey zu bemerken, daß dieſe Reibung nicht ſtatt finde. Theorie und Erfahrung bewieſen einſtimmig, daß, wenn zwey Ströme in einer Flüſſigkeit in entgegengeſetzter Richtung ſtatt finden, zwiſchen beyden Eine Schicht in vollkommener Ruhe ſey und ſeyn müſſe. Dieß folge aus der Lehre der Bewegung der Flüſſigkeiten, aus dem Franklinſchen Verſuche der communicirenden Zimmer, in welchen verſchiedene Temperaturen herrſchten, und aus den Beobachtungen der Luftſchiffer.

fer. Dieses zeige, daß die Bewegung eines Stroms immer abnehme, je weiter die Schichten von dem Hauptstrome entfernt sind, und zwar in einer sehr langsamen Progression. Denn es sey dann kein anderer Widerstand, der die Bewegungen der Schichten aufhalten könne, als die Adhäsion der Lufttheile unter sich. Folglich finde sich bey einer solchen Bewegung zweyer entgegengesetzten Ströme so wenig relative Bewegung, daß man die fürchterlichen Ansammlungen und Ausbrüche der elektrischen Materie ihr unmöglich zuschreiben könne. Alles schiene vielmehr nur auf die Idee langsamer Anhäufungen zu führen, welche durch schnell wirkende Ursachen zersetzt würden. Es falle also die Ergänzung des elektrischen Systems des P. Beccaria weg, und das Verdienst der Hubeschen Darstellung bestehe vorzüglich in einer größern Menge von Beweisen der Wirksamkeit der Elektricität bey der Entstehung und Zerstörung der Wolken, erkläre aber die Entstehung der Elektricität selbst nicht.

Nachdem nun Herr Parrot die Mängel der bisherigen Theorien angeführt hat, stellt er seine eigene neue auf, welche in folgenden Hauptsätzen besteht:

1. Jede Ausdünstung des Wassers erzeugt Kälte.

2. Jeder Niederschlag des Wassers erzeugt Wärme. Dieser Satz erklärt die Temperaturerhöhung bey der angeführten Beobachtung de Lüc's auf dem Buat und andere ähnliche; und da wir in der Theorie keine Kälte nöthig hätten, so brauchten wir keinen Aufwand von Scharfsinn, um die Möglichkeit von Ausnahmen in diesem Satze darzustellen.

3. Nebel und Wolken entständen oft, ohne daß vorher eine erniedrigte Temperatur, als Ursache des Phänomens, beobachtet würde.

4. Bey jeder Verwandlung des Waſſers in Dunſt und des Dunſtes in Waſſer ſey die Elektricität thätig, und zwar abwechſelnd, bey dem Niederſchlage die entgegengeſetzte von der bey der Ausdünſtung.

5. Das Eis dunſte vermöge ſeines Wärmeſtoffs nicht aus. Es möchte unbegreiflich ſcheinen, daß die Ausdünſtung des Eiſes ſeinem Wärmeſtoffe zugeſchrieben ſey, wenn man nicht wüßte, wie ſogar ſcharfſinnige und wahrheitsliebende Männer unerwieſene Sätze annehmen, wenn ſie ſolche zur Erklärung von Phänomenen nöthig hätten. Er ſey weit entfernt, das Daſeyn des Wärmeſtoffs im Eiſe, oder ſeine Thätigkeit, ſobald kältere Körper ſich näherten, zu läugnen. Aber daß er fähig ſey, Eis in Dunſt aufzulöſen, da er unfähig ſey, es in flüſſiges Waſſer zu verwandeln, ſey eine Behauptung, die nicht nur keinen Beweis für ſich, ſondern ſogar die Analogie und folgenden Beweis wider ſich habe. Es ſey bekannt, daß die Verwandlung gefrornen Waſſers in flüſſiges eine Quantität Wärmeſtoff von 18° Reaum. erfordere, angenommen das Eis ſey vorher auf der Temperatur o. Dieſe 18° ſeyen nun nicht da. Sollte alſo der Wärmeſtoff Eistheilchen losreißen, ſo reiße er ſie ſchon als Eis fort, welches an ſich ſchon unbegreiflich ſey, und wir hätten im Winter lauter gefrorne Ausdünſtungen, d. h. einen mit Schneeflocken beſtändig getrübten Horizont, welches offenbar wider alle Erfahrung ſey. Nach ſeiner Theorie falle dieß alles weg, das Sauerſtoffgas greife das Eis, und wenn es noch ſo kalt ſey, wie ein Stück Metall durch ſeine Verwandtſchaft, an, und ſättige ſich damit. Daß es flüſſiges Waſſer ſchneller auflöſe, als feſtes, ſey wieder-

wiederum seinen andern Auflösungen analog, da es bekannt sey, daß Metalle in flüssiger Form sich leichter verkalken, als in fester. Sogar der Umstand, daß durch diese Verbindung des Sauerstoffs mit Wasser keine Säure entstehe, fände bey Metalloxydationen ebenfalls statt, so daß zwischen der Metalloxydation vielleicht gar kein Unterschied statt finde. Ja die Analogie gehe weiter, indem der Kohlenstoff, Phosphor u. s. w. Metalle und Wasser desoxydiren. Er wage also nichts, wenn er annehme, daß

6. die Auflösung des Wassers in Sauerstoffgas eine wahre Oxydation sey.

7. Die Elektricität zersetze das Sauerstoffgas. Schon Priestley habe gezeigt, daß atmosphärische und dephlogistisirte Luft durch den Durchgang elektrischer Ströme zu Athmens- und Verbrennungsprozessen ganz untauglich würden. Die atmosphärische Luft wurde nämlich um $\frac{1}{4}$, d. h. um so viel, als ihr Sauerstoffgehalt ausmacht, vermindert. Auch beweisen van Marum's Versuche diesen Satz.

8. Die in einer Säule atmosphärischer Luft vorhandene Dunstmenge sey nicht vermögend, das Wasser zu liefern, welches in großen Gewitterregen herabströme, sondern die Lokalursache ziehe die Dünste aus den benachbarten Gegenden herbey. Wenn man den Wasserinhalt einer französischen Cubikmeile, unter der Voraussetzung, daß jeder Cubikfuß 5 Gran Wasser enthalte, berechne, so finde man, daß der völlige Niederschlag dieser Dünste die unter ihm liegende Erdfläche von 1 Quadratlinie mit einer Wasserschicht von 1,607 Pariser Zollen bedecken würde. Nun enthalte im Durchschnitt jeder Cubikfuß vielleicht nur 5

Gran

Gran Waſſer, denn die obern Schichten ſeyen erſtens ſpecifiſch leichter, und zweytens werde eine ſolche beſondere Luftſäule ihrer Dünſte nie ganz beraubt. Folglich würde die Waſſerſchicht, die dieſe Luftſchicht wirklich liefere, bey weitem nicht ſo viel ausmachen. Nun wiſſe man aber, daß bey ſtarken Platzregen, bey Wolkenbrüchen, ſehr oft weit mehr Waſſer die Erde bedecke. Folglich müſſe dieſe Menge aus den benachbarten Gegenden kommen.

9. Die Luft enthalte den größten Theil ihrer Dünſte nach Maßgabe ihres Sauerſtoffgehalts, oder ihre Capacität für die Dünſte ſey größtentheils im Verhältniſſe ihres Sauerſtoffgehalts.

10. Dieſe Gattung von Dunſt werde durch die Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur nicht merklich modificirt.

11. Dieſer Antheil Waſſer, welcher die atmoſphäriſche Luft gemeiniglich um $\frac{1}{54}$ ihres Volumens ausdehnt, ſey in derſelben chemiſch aufgelößt; denn er laſſe ſich nicht durch Entziehung des Wärmeſtoffs niederſchlagen, und hange von der chemiſchen Grundmiſchung der Luft ab.

12. Jede Entziehung des Sauerſtoffgas aus der atmoſphäriſchen Luft ſchlage dieſe aufgelößten Dünſte nieder. Es ſey eine Desoxydation des Waſſers durch eine Wahlverwandtſchaft.

13. Außer dem aufgelößten Waſſer enthalte jede atmoſphäriſche Luft, ja ſelbſt reines Stickgas, einen Antheil Waſſer bloß ſchwebend, unaufgelößt, bloß vermöge des Wärmeſtoffs.

14. Dieser Antheil sey beträchtlich kleiner, als der der aufgelößten Dünste in den mittleren Temperaturen, etwa $\frac{1}{10}$ desjenigen, welcher zur vollkommenen chemischen Sättigung der gemeinen Luft gehöre. Demnach könne Ausdünstung und Niederschlag durch Wärmestoff etwa nur den zehnten Theil einiger wässerigen Meteore erklären.

15. Er lasse sich durch Entziehung des Wärmestoffs bis zur Temperatur des frierenden Wassers ganz niederschlagen, gar nicht durch Oxydationen, und nur in Beziehung auf diesen schwebenden Antheil könne man behaupten, daß die Temperatur die Capacität der Luft für das Wasser modificire.

16. Demnach seyen alle Dünste in der Luft, wenn die Temperatur unter dem Eispunkte stehe, aufgelößte Dünste, und jeder Niederschlag in dieser Temperatur müsse Nebel erzeugen, weil der Wärmestoff nichts davon in durchsichtiger Form erhalten könne. Bey höhern Temperaturen könne er es, wenn die Luft nicht schon mit Dünsten dieser Art gesättigt sey.

17. Es gebe demnach zweyerley wesentlich von einander verschiedene Ausdünstungen: Dünste und Niederschläge. Die völlige Auflösung nennt Parrot: chemische Auflösung; ihre Dünste: chemische Dünste; ihren Niederschlag: chemischen Niederschlag.

Dagegen nennt er die bloße Aufnahme der durch den Wärmestoff losgerissenen Wassertheile: physische Ausdünstung; diese Gattung Dünste: physische Dünste, und ihren Niederschlag: physischen Niederschlag. Demnach finde die chemische Ausdünstung, ihr Niederschlag und die Produkte derselben

unter

unter jeder Temperatur statt; hingegen die physische Ausdünstung und ihre Produkte nur bey den Temperaturen über den Gefrierpunkt des Wassers. Beyde hätten ihren eigenen Sättigungspunkt, und schienen in vielen Fällen von einander unabhängig zu seyn.

18. Die allgemeine Beobachtung, daß die Nebel durch den Sonnenschein zerstreuet würden, und seine wiederholte Beobachtung der plötzlichen Entstehung eines Nebels über einem Sumpf im Augenblicke des Untergangs der Sonne, machten es ihm sehr wahrscheinlich, daß das Sonnenlicht zur Auflösung des Wassers im Sauerstoffgas, d. h. zum Prozesse der Oxydation des Wassers nothwendig sey, ohne jedoch zur Erhaltung dieses Zustandes geradezu erforderlich zu seyn. Bestätige sich diese sehr wahrscheinliche, beynahe zur Gewißheit erhobene Muthmaßung, welche mit der Entbindung des Sauerstoffgas aus den Vegetabilien sehr zusammenstimme, so würde sie den Schlüssel zu vielen Räthseln der nächtlichen Phänomene, die die Hypothese des Wärmestoffs gar nicht oder nur schlecht auflöse, abgeben.

Diesen aufgestellten Sätzen zu Folge macht sich Herr Parrot folgende Vorstellung von dem ganzen Geschäfte der Ausdünstung, des Niederschlags, der Bildung der Wolken und Nebel.

Wenn eine Luftschicht, welche noch nicht physisch und chemisch mit Dünsten gesättigt ist, eine glatte oder rauhe flüssige Wasserfläche berührt, so entzieht ihr das Sauerstoffgas Wassertheile und löst sie auf. Das in den untersten Luftschichten aufgelößte Wasser vertheilt sich in den nächsten aufwärts, und von diesen weiter, wie bey jeder Auflösung.

Ist

Ist die Temperatur über den Gefrierpunkt, so entsteht auch eine physische Ausdünstung. Dieser physische Dunst würde sich vielleicht nur durch Winde, und also auf keine bestimmte Art den obern Regionen mittheilen lassen, wenn die chemische Ausdünstung die untersten Luftschichten nicht um Etwas, freylich höchstens um 0,01 leichter mache, als die unmittelbar darüber liegenden, und so einen schwachen unfehlbaren Zug der Luft von unten nach oben verursache, der, ohne ein vertikaler Wind zu seyn, dennoch fähig seyn kann, die physischen Dünste langsam mit hinauf zu nehmen. Dieses befördert auch die Vertheilung der chemischen Dünste in den obern Luftregionen.

Die Dünste jeder Art steigen also chemisch und mechanisch, und können jede Höhe erreichen. Hierbey hat man nicht nöthig, sich darum zu bekümmern, wie die physischen Dünste in der Luft schwebend erhalten werden, und neue Modifikationen des Vesikulärsystems zu erfinden.

Nun entsteht auch bey Tage zuweilen Nebel. Geschieht es langsam und in der ganzen benachbarten Atmosphäre, so liegt die Ursache entweder in einer Erkältung, die den physischen Dunst niederschlägt, wenn der Nebel sehr leicht ist, oder in einer Zersetzung der atmosphärischen Luft und Zerstörung eines Theils des Sauerstoffgas, wenn der Nebel stark, und keine Kälte vorangegangen ist. Zu solchen Zersetzungen gibt die ganze Oberfläche der Erde hinlänglichen unaufhörlichen Anlaß, ohne der großen Zersetzungen durch vulkanische Auswürfe zu gedenken, wodurch sich der große Nebel, der auf den Untergang Calabriens folgte, passend erklären lasse.

Zuweilen entstehe noch bey Tage ein partielle Nebel über Wäldern, Seen und Morästen. Solche Nebel würden im Sommer beobachtet, unmittelbar vor Untergang und nach Aufgang der Sonne, und das Charakteristische derselben sey, daß sie die Oberfläche, auf welcher sie entstehen, nicht berührten, sondern auf einer durchsichtigen Unterlage gleichsam schwebten. Die nächtlichen Nebel hingegen berührten immer die Oberfläche, über welcher sie entständen. Nach Parrot werden diese Phänomene so erklärt: der Nebel ist ein chemischer und physischer Niederschlag, der durch die geringere Temperatur der Luft, als die ausdunstende Oberfläche, anfängt. Dieser Niederschlag entsteht aber nicht ganz nahe an dieser Oberfläche, nicht etwa weil sie wärmer ist, und die nächsten Luftschichten erwärmt, sondern weil, so lange die Sonne scheint, und noch einige Minuten nachher, die Wasser- und Pflanzenfläche, Sauerstoffgas entbindet, welches mehr Wasser aufnimmt, als die höhern an dieser Gasart ärmern Schichten aufnehmen können. Ist die Sonne unter dem Horizonte, so sinkt der Nebel, d. h. er entsteht nun ganz nahe an der dunstenden Oberfläche, weil die Erzeugung der Lebensluft nun aufhört, und durch die der Luftsäure ersetzt wird. Beym Aufgang der Sonne erscheint wieder der untere leichte Streifen, weil wieder Sauerstoffgas erzeugt wird. Daher scheint der Nebel zu steigen. Der Streifen aber erscheint nicht wieder, wenn die Sonne hinter einer Wolke aufgeht. In diesem Zeitraume, bis zu ihrer Entstehung, wird weder Sauerstoffgas noch Luftsäure entbunden, mithin der Nebel nicht aufgelöst, auch nicht erneuert, folglich hat er Zeit, sich an der Oberfläche der Erde anzusetzen, d. h. zu fallen.

Alle

Alle bisherige Theorien über die Ausdünstung und den Niederschlag scheinen noch manche Schwierigkeiten zu haben. Nach meiner Meynung scheint Verdampfung von Ausdünstung nicht wesentlich verschieden zu seyn. Die Behauptung, daß das Eis durch Einwirkung der Wärme ausdünste, ist gar nicht widersinnig, wie Herr Parrot meint, sobald man annimmt, daß Wärme eine wirkliche Materie sey, mithin unter gewissen Umständen gebunden und entbunden werden könne. Wie sich aber dieser Dampf in der Atmosphäre verhalte, darüber ist, meiner Meynung nach, noch gar nichts mit Gewißheit zu sagen, da die bisherigen Theorien noch zu viel Ungewißheit zurücklassen. Indessen scheinen die neuesten Physiker immer mehr ihre Zuflucht zu dem Auflösungssystem zu nehmen, wie in der Folge noch weiter erhellen wird.

Untersuchungen über die Wirkungen der Dämpfe.

Die außerordentliche Wirkung der Dämpfe, besonders wenn sie eingeschlossen sind, war schon längst bekannt gewesen; allein bisher hatte man noch nicht darauf gedacht, die ausdehnende Kraft der Dämpfe bey verschiedenen Temperaturen bestimmt darzustellen. Der erste, welcher auf eine Vorrichtung dachte, die Ausdehnung des Dampfs durch die Wärme zu messen, war Zeidler zu Basel. Er machte sie im Jahre 1769. in einer kleinen Schrift bekannt [p]). Sie bestand aus einem Papinianischen Digestor, welchen er sammt den Deckeln mit starken zusammengeschrobenen eiser-

p) Specimen physico - chemicum de digestore Papiniani, eius structurae primitias experimentorum novorum circa fluidorum a calore rarefactionem et vaporum dasicitatem exhibens. Bas. 1769.

eisernen Bändern umlegt hatte, damit die erhitzten Wasserdämpfe ihn nicht zersprengten. Die Deckplatte hatte drey Oeffnungen; die erste diente, um Wasser in den Topf zu gießen, und wurde mit einer Schlußschraube fest verschlossen; die zweyte, in der Mitte des Deckels, enthielt eine kupferne Röhre, die bis in das Wasser hinabging, und worin Oel, Wasser, Quecksilber, oder eine andere Flüssigkeit gegossen, und dann das Thermometer gesetzt wurde, mittelst dessen man die Hitze des Dampfes maaß. In der dritten Oeffnung befand sich Zeidlers Elaterometer: eine gläserne cylindrische Flasche, in die er gewöhnlich Quecksilber goß, und in welche eine eiserne Röhre bis nahe an den Boden hinabging, an welche sich oben eine Glasröhre luftdicht anschloß. Durch eine Seitenöffnung im obern Theile der Flasche trat der Dampf aus dem Papinianischen Topfe frey über die Quecksilberfläche, und trieb, so wie die Expansivkraft desselben zunahm, das Quecksilber in die Glasröhre höher hinauf. Diese Vorrichtung nennt Zeidler sein physikalisches Elaterometer, und bediente sich derselben bey niedrigen Graden der Expansivkraft des Dampfes. Bey höhern Graden versah er die Oeffnung der Flasche, statt einer eisernen Röhre, mit einer genau darauf passenden Deckplatte, auf der er vermöge einer Schnellwage einen gegebenen Druck anbrachte. So wie die Expansivkraft des Dampfs über diesen Druck hinaufstieg, schnellte die Wage in die Höhe. Diese Vorrichtung nennt er sein mechanisches Elaterometer. Des Herrn Zeidler's Dampfmesser bleibt besonders deßwegen noch merkwürdig, weil die neuern Vorrichtungen dieser Art im Wesentlichen mit dessen physikalischem Elaterometer übereinstimmen.

Zwan-

Zwanzig Jahre nach Zeidler unternahm es der Herr von Betancourt, ohne von Zeidlers Bemühungen etwas gewußt zu haben, eine neue Einrichtung des Dampfmessers zu erfinden [q]), und Beobachtungen über das Wachsthum der Elasticität der eingeschlossenen Dämpfe des Wassers durch eine bestimmte Anzahl von Wärmegraden damit anzustellen. Auch dieser machte seinen Dampfmesser aus Kupfer in Gestalt einer Kugel, die birnförmig ausläuft, und brachte in der Deckplatte drey Oeffnungen an; die eine für das hineinzugießende Wasser mit einer festen Schwanzschraube; die zweyte im Mittelpunkte der Deckplatte, in welche ein Thermometer fest gekittet wurde, so daß die Kugel 2 Zoll über dem Boden hing; und die dritte, in welche das offene Ende der gläsernen Barometerröhre dampfdicht befestigt wurde. Von der Dampfdecke ab ging diese Röhre erst einige Zoll senkrecht in die Höhe, dann eben so weit horizontal, und darauf 30 Zoll senkrecht herab. Hier erweiterte sie sich in ein cylindrisches Gefäß, von dessen Boden ab sie sich wieder aufwärts krümmte, und nun 110 Zoll senkrecht in die Höhe stieg. Eine bewegliche Skale, die sich längs der Röhre herauf und herab schieben ließ, zeigte ganze Pariser Zoll und zwanzigstel Zoll. Die herabgehende und das unterste Stück heraufgehende Röhre wurden mit Quecksilber gefüllt, das obere Ende der langen Röhre zugeschmolzen, und hier eine torricellische Leere angebracht. Um auch den Topf oder die Kugel luftleer zu machen, war im Halse desselben, an der Seite, eine kupferne Röhre

q) Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau et de l'esprit du vin. à Paris 1792. 4.

Röhre mit einem Hahne angebracht, mittelſt deren er ſich mit dem Recipienten einer Luftpumpe verbinden und auspumpen ließ, bis das Queckſilber im langen Schenkel nur um ein Paar Linien höher, als in dem herabgehenden Schenkel, ſtand. Wurde dann die Kugel über ein Feuer geſetzt, ſo preßte der ſich entwickelnde Dampf das Queckſilber in der längern Röhre hinauf, wobey dann die Wärmegrade und die gleichzeitigen Queckſilberhöhen ſorgfältig beobachtet wurden. Ein Auszug ſeiner mit dieſem Apparat angeſtellten Beobachtungen iſt folgender:

Wärmegrade nach Reaum.		Elaſticität in Parſ. Zollen	Wärmegrad nach Reaum.		Elaſticität in Zollen
10°	-	0,15	70°	-	16,90
20	-	0,65	80°	-	28,00
30	-	1,52	90	-	46,40
40	-	2,92	95	-	57,80
50	-	5,35	100	-	71,80
60	-	9,95	104	-	84,00
67	-	14,50	110	-	98,00

Nimmt man an, daß das Gewicht eines Cubikfußes Queckſilber 950 Pfund beträgt, ſo wird auf einen jeden Quadratfuß Fläche, auf welche Dämpfe von der Temperatur 80 Grad nach Reaum. wirken, der Druck dem Gewichte $79\frac{1}{6} . 28 = 2216\frac{2}{3}$ Pfund gleich ſeyn. Würde das Waſſer in einem eingeſchloſſenen Raume bis auf 100 Grad nach Reaum. erhitzt, ſo würde der Druck auf jeden Quadratfuß ſchon auf $79\frac{1}{6} . 71,80 = 5620,96$ Pfund ſteigen, mithin weit über die Hälfte wachſen, da doch die Hitze über den Siedpunkt nur 20 Grad höher ſteigt.

Aus den Erfahrungen des Herrn Betancourt hat Herr Prony r) eine Formel hergeleitet, durch deren Hülfe man aus der gegebenen Temperatur der Wasserdämpfe ihre absolute Elasticität finden kann. Diese angegebene Formel ist aber nur, wie Herr Gren bemerkt, für die Grenzen anwendbar, worin die Beobachtungen fallen, und würde, wenn man sie bey Temperaturen über 115° Reaum. gebrauchen wollte, das aller Erfahrung widersprechende Resultat geben, daß bey noch mehr zunehmender Hitze die absolute Elasticität geringer würde. In dem zweyten Theile seines Buchs gibt Herr Prony aber eine viel einfachere und verbesserte Formel an.

Die Erfahrungen des Herrn von Betancourt und die de Lüc'schen hat Herr Gren s) mit seinen eigenen oben angeführten Versuchen über den Grad der Siedhitze bey verschiedenen Barometerhöhen verglichen, und gefunden, daß die Dämpfe des siedenden Wassers, bey jedem Grade der Siedhitze des Wassers, eine eben so große Elasticität besitzen, als die Luft, welche zur Zeit des Siedens auf die Flüssigkeit drückt. Es läßt sich folglich auch aus der geführten Tabelle bey bestimmter Barometerhöhe der Grad der Siedhitze des Wassers, und umge-

r) Nouvelle architecture hydraulique, contenant l'art d'élever l'eau au moyen de différentes machines, de construire dans ce fluide, de le diriger, et généralement de l'appliquer de diverses manières. Prèm. partie. à Paris 1790. 4. Second. part. contenant la description détaillée des machines à feu. à Paris 1796. 4.

s) Grens neues Journal der Physik. B. IV. S. 275 f.

umgekehrt, aus dem Siedgrade des Waſſers die Barometerhöhe finden.

Herr Prof. Schmidt in Gießen ſuchte den Apparat des Herrn von Betancourt dadurch zu verbeſſern, daß er ſtatt der doppelten Barometerröhre eine auf dem Deckel des Topfes ſtehende cylindriſche eiſerne Büchſe, die größtentheils mit Queckſilber angefüllt iſt, anbrachte. Durch ihre Bodenplatte und durch den Deckel des Topfes geht in einer Lederbüchſe eine eiſerne Röhre faſt bis an die Deckplatte der Queckſilberbüchſe hinauf, welche die heißen Waſſerdämpfe über das Queckſilber leitet, und durch eine Lederbüchſe in der Deckplatte ſelbſt ſteigt, faſt vom Boden der Queckſilberbüchſe an, eine lange, oben offene und mit einer Skale verſehene Barometerröhre ſenkrecht hinauf, in welche der Druck der Dämpfe das Queckſilber aus der eiſernen Büchſe in die Höhe treibt. Mit dieſem Apparate hat Herr Schmidt neuere Verſuche über die Elaſticität der Waſſerdämpfe angeſtellt, und aus denſelben folgende Formel hergeleitet. Bedeutet nämlich t den Wärmegrad des Waſſerdampfs nach der 80theiligen Skale des Queckſilberthermometers, und e die Höhe der Queckſilberſäule, deren Druck die Expanſivkraft dieſes Dampfs mißt, in 100 Pariſ. Zollen, ſo iſt nach Herrn Schmidt $e = t. 1{,}4113 + 0{,}005 . t.$

Herr Schmidt hat ſehr überzeugend dargethan, daß dieſe Formel nicht allein innerhalb der Grenze der bisherigen Verſuche der Expanſivkraft der Waſſerdämpfe nach ſeinen Verſuchen weit beſſer, als die von Prony aufgeſtellten, entſpricht, ſondern auch über die Grenze hinaus ſehr wahrſcheinlich bleibt, indeß die Pronyſche gar bald zu ſinnloſen Reſultaten führt.

Herr

Herrr Biker zu Rotterdam hat ſich mit dieſem Gegenſtande noch weiter beſaßt t). Er bemerkt, daß alle bisher angegebene Dampfmeſſer einigen Fehlern unterworfen wären. Was nämlich Zeidler's Einrichtung betreffe, ſo habe 1. der Dampf keinen unmittelbaren Zutritt zur Thermometerkugel; die Hitze deſſelben müſſe zuvor durch die kupferne Büchſe und eine andere Flüſſigkeit hindurchgehen, zeige ſich daher am Thermometer immer zu geringe, und die Ausdehnung des Dampfs bey zunehmender Wärme laſſe ſich deshalb auf dieſe Art nicht genau meſſen; 2. enthalte der papinianiſche Topf noch Luft, mit dem der Dampf ſich menge, und wobey er in gleichem Wärmegrade nicht zu einer ſo großen Expanſivkraft, als ohne ſie, gelange.

Der Dampfmeſſer des Herrn von Betancourt ſchien ihm dieſen Fehler zu haben, daß der Dampf, ehe er mit dem Queckſilber in Berührung kommt, außerhalb des Dampfgefäßes durch eine zu lange Glasröhre gehe, und dadurch eine merkliche Abkühlung und Verminderung ſeiner Expanſivkraft erleide. Auch glaubt er die Luft aus dem Kupfergefäße durch den Dampf ſelbſt vollkommener, als mittelſt einer Luftpumpe, austreiben zu können. Selbſt bey der verbeſſerten Einrichtung dieſes Apparats durch Herrn Schmidt glaubt Biker, daß der Dampf, ehe er noch die Queckſilberfläche erreicht, auf die er druckt, beträchtlich an Wärme, und mithin an Expanſivkraft, verlieren müſſe.

Dieß

t) Nieuwe Verhandelingen van het Bataafſche Genootſchap de proefonder vindeliſke Wysbegeerk te Rotterdam. Deel I. 1800.

Dieß und noch andere Umſtände veranlaßten daher dem Herrn Biker, auf die Ausführung eines neuen Dampfmeſſers zu denken. Die Einrichtung deſſelben iſt folgende: An den Rand eines eiſernen mit Heerd und Aſchenloch verſehenen Ofens ſind Anſätze befeſtigt, in welchen ein Keſſel oder Topf aus $\frac{3}{10}$ Zoll dickem Kupfer, inwendig 11 Zoll hoch und 10 Zoll weit, hängt. Zwiſchen dieſem und dem Ofen bleibt ſo viel Raum, daß die Flamme den Keſſel umſpielen kann. Der Deckel des Keſſels iſt noch einmal ſo dick, als dieſer, und durch feſte Schrauben unweit des Umfangs auf eine zwiſchen beyde gelegte Bleyſcheibe dampfdicht angedruckt. Ueberdieß enthält der Deckel 5 Oeffnungen. In der im Mittelpunkt iſt auf dazwiſchen befindlichem Bley der Fuß einer kupfernen Röhre, oder des ſogenannten Dampfcylinders, welcher einen Hahn enthält, feſt geſchraubt. Dieſer Hahn iſt doppelt durchbort, und durch ihn läßt ſich die Röhre mit dem Keſſel oder mit der äußern Luft in Verbindung ſetzen. Auch läßt er ſich ſo drehen, daß er dem Dampfe oder der Luft aus dem Keſſel den Ausgang ins Freye gewährt, um den Keſſel, vor Anfang der Verſuche, luftleer zu machen. Wenn man die Deckplatte der Röhre abſchraubt, läßt ſich in ihr ein dampfdicht ſchließender Kolben anbringen, an deſſen Kolbenſtange zu oberſt eine Meſſingſcheibe, etwas größer als der Querſchnitt des Cylinders, gelöthet iſt. Auf ſie legt man beliebige Gewichte von 30 Pfund und mehr, welche der Dampf durch ſeine Expanſivkraft hebt. Zum Behufe dieſer Art von Verſuchen dient auch eine kleine mit einem Hahn verſehene Röhre, welche aus dem Dampfcylinder hervortritt, und auf die ſich eine kleine Spritze anſchrauben läßt. Iſt das Gewicht gehoben, ſo dreht man den Hahn des Dampfcylinders

ſo,

so, daß er die Gemeinschaft mit dem Kessel aufhebt, und die Röhre mit der äußern Luft in Verbindung setzt, und spritzt dann Wasser in die Röhre. Dieses condensirt die Dämpfe, und läuft, während das Gewicht wieder herabsinkt, durch die Oeffnung im Hahne ab.

Die zweyte Oeffnung des Deckels dient, den Kessel bis zu beliebigen Höhen mit Wasser zu füllen, die man an einem Zollstabe, der hineingesteckt wird, abnimmt. In diese Oeffnung läßt sich eine mit einem Hahn versehene Röhre über einem Bleiringe dampfdicht einschrauben, in welche eine zweyte horizontale Röhre paßt, durch die der Kessel mit dem Recipienten einer Luftpumpe in Verbindung zu setzen, und die Luft aus ihm auszupumpen ist. Statt jener Röhre kann man auch ein Sicherungsventil in die Oeffnung einschrauben, welches aus einem Kegelventil besteht, dessen Conus durch einen darauf stehenden Stift mit einem kleinen horizontal liegenden einarmigen Hebel, unweit dessen Drehpunkt, verbunden ist, und durch Gewichte, die ans Ende des Hebels angehängt werden, sich mit beliebiger Stärke andrucken läßt. Uebersteigt die Expansivkraft der erhitzten Dämpfe den Grad, der diesem Drucke entspricht, so wirft der Dampf den Conus in die Höhe, und die Dämpfe, die sonst Theile des Apparats sprengen könnten, entweichen durch dieses Ventil.

In der dritten Oeffnung des Deckels ist ein Thermometer mit Fahrenh. Skale angebracht, dessen Kugel 4 Zoll tief in den Topf hinab und, je nachdem dieser mehr oder weniger gefüllt ist, in Wasser oder Dampf hängt.

In der vierten Oeffnung iſt die über 110 Zoll lange, oben luftleere Barometerröhre befeſtigt, welche durch einen eiſernen den Cylinder zu oberſt umfaſſenden Arm zugleich mit ihrer Skale in ſenkrechter Lage erhalten wird. Die Skale iſt in Zehntel Rheinl. Zolle abgetheilt. Das Thermometer und Barometer ſind in dieſe Oeffnungen, auf die von Prony angegebene Art, dampfdicht eingeſetzt. Das untere offene Ende der Barometerröhre geht bis nahe an den Boden eines eiſernen Behälters hinab, welches unter einem Deckel angebracht iſt, in der Tiefe 5 Zoll und in der Weite $2\frac{1}{2}$ Zoll hält, und Queckſilber genug faßt, um damit die ganze Barometerröhre füllen zu können. Durch eine Oeffnung im Halſe des Behälters hat der Dampf des Keſſels freyen Zutritt über der Queckſilberfläche. Zu oberſt geht aus dieſem Behälter eine Nebenröhre ab, und tritt durch die fünfte Oeffnung des Deckels aus dem Keſſel hervor. Das Stück oberhalb des Deckels iſt mit einem in einem rechten Winkel durchborten Hahn verſehen, mittelſt deſſen ſich das Innere des Keſſels mit der äußern Luft in Verbindung ſetzen läßt, ſo daß durch ihn die Luft aus dem Keſſel, welche durch die Oeffnung im Halſe des Behälters in ſelbigen tritt, oder auch der Dampf, wenn er allzuheiß und zu ſtark expandirt wird, entweichen kann. Dieſer Hahn vertritt daher einiger Maaßen die Stelle eines Sicherungsventils.

Bey den Verſuchen, welche die Herren Biker und Rouppe mit dieſem Dampfmeſſer anſtellten, wurde, nachdem der Keſſel bis auf die beſtimmte Höhe mit Waſſer gefüllt war, zuerſt die Luft aus demſelben mittelſt einer Luftpumpe ſo viel als möglich ausgepumpt. Dann wurde ein kleines Feuer unter dem

dem Kessel gemacht, um das Wasser darin allmählig zu erwärmen und zum Kochen zu bringen. So wie das Thermometer den Siedpunkt, und das Quecksilber in der langen Röhre zugleich die Barometerröhre erreicht hatten, wurde das Feuer ausgedämpft, da sich denn nach dem Erkalten aus dem Stande der Barometerprobe der Luftpumpe abnehmen ließ, ob auch der ganze Apparat völlig luftdicht schloß. War dieß der Fall, so wurde nun das Feuer wieder angemacht, und während der eine Beobachter sich an das Thermometer stellte, und die steigenden Wärmegrade angab, beobachtete der andere die gleichzeitigen Barometerhöhen nach Zollen und Linien, welche sogleich in eine vorläufig dazu eingerichtete Tabelle aufgezeichnet wurden.

Sie hatten die Versuche mit verschiedenen Wassermengen im Topfe oder Kessel angestellt, und zwar mit allen Wasserhöhen von 1 bis 10 Zoll, indeß der Topf selbst eine Tiefe von 11 Zoll hatte. In den Resultaten derselben fanden für einerley Wärme keine Unterschiede von Belang statt, so daß die größere oder geringere Wassermenge im Gefäße keinen Einfluß auf den Versuch zu haben, und nichts zur Expansivkraft des Wasserdampfs bey gegebener Hitze beyzutragen scheint. Nur schienen, wenn der Kessel mehr mit Wasser gefüllt war, die Stöße schwächer zu seyn, oder ganz zu fehlen, die man sonst zu Anfange des Kochens hört; wahrscheinlich weil dann der luftleere Raum über dem Wasser geringer ist, und sich schneller mit Dämpfen füllt, die durch ihren Druck das Aufsteigen des Dampfs in großen Blasen verhindern.

Ein kurzer Auszug aus ihren Resultaten ist folgender:

Wär-

Wärmegrade nach Reaumür	Wärmegrade nach Fahrenheit	Elaſticität in Zollen zu Folge der Verſuche von Schmidt	Elaſticität in Zollen zu Folge der Verſuche von Biker und Rouppe
80°	212°		29
85	223¼	36,7	39,6
90	234½	45,2	45,9
95	245¾	56,8	56,1
100	257	69,4	69
105	268¼	83,8	83
110	279½	104,3	
111	281¾	108	
112	284	113,1	
113	286¼	117,1	
114	288½	121,3	

Noch viel weiter iſt Dalton u) über dieſen Gegenſtand vorgedrungen. Er bemerkt ganz richtig, daß es ein weſentlicher Fehler iſt, daß man die Größe der Expanſion der Dämpfe nur für höhere, nicht aber für niedrige Grade der Wärme beſtimmt habe, welches letztere aber für die Naturlehre weit wichtiger als das erſte ſey.

Die Methode, deren ſich Dalton zur Beſtimmung der expanſiven Kraft der Dämpfe bediente, war folgende: Er nahm eine vollkommen trockene Barometerröhre, füllte ſie mit eben ausgekochtem Queckſilber, und bemerkte den Stand der Queckſilberſäule in ihr. Darauf graduirte er die Röhre nach ganzen und Zehntel Zollen mittelſt einer Feile, goß von der Flüſſigkeit, die zum Verſuche dienen ſollte, ſo viel hinein, daß ſich die ganze innere Seite damit eben näſſen ließ, füllte ſie dann wieder mit Queckſilber, und kehrte die Röhre

u) Memoires of the litterary and philoſoph. ſociety of Manchester. Vol. V. P. II. p. 550.

Röhre sehr sorgfältig um, so daß dabey keine Luft hinein kommen konnte. Blieb nun das Barometer eine Zeitlang stehen, so sammelte sich über dem Quecksilber allmählich $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ Zoll Flüssigkeit, die längs der Wände in die Höhe schlüpfte; neigte man die Röhre, so stiegen das Quecksilber und diese Flüssigkeit bis an die Spitze der Röhre, welches einen Beweis eines vollkommen luftleeren Raumes abgab.

Zur fernern Vorrichtung diente ihm eine 2 Zoll weite und 14 Zoll lange, an beyden Enden offene und mit Korkstöpseln versehene Glasröhre. Beyde Korkstöpsel hatten in der Mitte eine runde Oeffnung, durch die sich die Barometerröhre schieben ließ. Der obere, der bloß bestimmt war, die Barometerröhre zu halten, war halb weggeschnitten, so daß durch ihn Wasser in die weitere Röhre gegossen werden konnte; der untere war ringsum wasserdicht verwahrt. Ward nun Wasser von einer gegebenen Wärme in die weitere Röhre gegossen, so umgab es den obern oder luftleeren Raum des Barometers, und so ließ sich dann der Effekt dieser Temperatur in der Bildung des Dampfs innerhalb der Röhre nach den Seiten der Quecksilbersäule beurtheilen. Auf diese Art hat Dalton den luftleeren Raum mit Wasser bis auf eine Temperatur von 155° hinauf umgeben. Bey höhern Wärmegraden war der Glasapparat nicht mehr brauchbar; für sie bediente er sich daher eines andern Apparats.

Er verschaffte sich zwey zinnerne, 2 Fuß lange Röhren, eine dünne, an beyden Enden offene, in welche beym Versuche die obere Hälfte eines Hebers barometers mittelst zweyer Korke befestigt wurde, und eine 4 Zoll weite, die an einem Ende durch eine zinnerne Platte verschlossen war. Diese Platte hatte in

der

der Mitte ein Loch, durch welches die dünne Zinnröhre in die weitere ſo hineinpaßte, daß ſie ſich in der Achſe deſſelben befand, und in dieſer Lage war ſie darin feſt gelöthet. In die weitere Röhre wurde das heiße Waſſer von beſtimmter Temperatur gegoſſen, und das Steigen des Queckſilbers in dem andern Schenkel des Heberbarometers zeigte, um wie viel die Queckſilberſäule durch die ſich bildenden Dämpfe zum Sinken gebracht wurde.

Auch läßt ſich die Kraft der Waſſerdämpfe nach Dalton's Bemerkung zwiſchen 80° und 212° durch Verſuche mit einer Luftpumpe ausmitteln. Die Reſultate ſtimmen dabey vollkommen mit den durch die beſchriebenen Apparate erhaltenen überein. Man ſetzt zu dem Ende eine mit heißem Waſſer halb gefüllte Florentiner Flaſche, in welcher ein Thermometer ſteht, auf den einen Teller der Luftpumpe, überdeckt ſie mit einem Recipienten, und bringt auf den andern Teller eine Barometerprobe. Alsdann pumpt man langſam die Luft aus, und bemerkt im Augenblicke, indem das Auskochen beginnt, den Thermometer- und Barometerſtand. Die Barometerprobe mißt die Kraft des Waſſerdampfs von der beobachteten Temperatur. Dieſe Methode läßt ſich auch bey andern Flüſſigkeiten anwenden. Alle Thermometer, deren ſich Dalton bey dieſen Verſuchen bediente, waren nach einem guten Probethermometer gehörig abgeglichen.

Wiederholte Verſuche nach allen dieſen Methoden, und eine ſorgfältige Vergleichung aller ihrer Reſultate, ſetzten ihn in den Stand, eine Tabelle über die Kraft der Waſſerdämpfe in allen Temperaturen von 32° bis 212° zu entwerfen; die unter 32° beruhte zwar

zwar nicht auf unmittelbare Versuche, ward aber doch mittelbarer Weise durch mehrere Reihen von Versuchen bewährt.

Expansivkraft der Wasserdämpfe in allen Temperaturen vom Gefrierpunkte des Queckſilbers oder — 40° Fahrenh. bis auf 325° Fahrenh. nach englischen Zollen Queckſilberhöhe.

Temperatur	Englische Zoll Queckſilberhöhe	Temperatur	Englische Zoll Queckſilberhöhe
— 40	0,013	180	15,15
— 30	0,020	190	19,00
— 20	0,030	200	23,64
— 10	0,043	210	28,84
0	0,064	215	30,00
+ 10	0,090	220	34,99
20	0,129	230	41,75
30	0,186	240	49,67
40	0,263	250	58,21
50	0,375	260	67,73
60	0,524	270	77,85
70	0,721	280	88,75
80	1,00	290	100,12
90	1,36	300	111,81
100	1,86	310	123,37
110	2,53	315	129,29
120	3,33	320	135,00
130	4,34	321	135,14
140	5,74	321	137,28
150	7,42	323	138,42
160	9,46	324	139,56
170	12,13	325	140,70

Diese

Dieſe Reſultate berechtigten den Herrn Dalton zu dem Schluß, daß die Expanſivkraft des Waſſerdampfs in einer geometriſchen Progreſſion fortſchreite, deren Exponent aber, ſtatt beſtändig zu ſeyn, allmählig abnimmt. So war dieſe Kraft für 32°, 122°, 212°, mithin bey Temperaturunterſchieden von 90°, folgende: 0,2000, 3,50, 30 engliſche Zoll Queckſilberhöhe, und der Exponent der Verhältniſſe, worin dieſe letztern ſtanden, 17,5, 8,57. Nahm man Temperaturunterſchiede, die nur $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ ſo groß ſind, ſo erhielt er aus ſeinen Beobachtungen folgendes Fortſchreiten der Exponenten des Verhältniſſes der Expanſivkräfte:

Bey Temperaturunterſchieden von 45°

Temperatur	Expanſivkraft	Exponenten
22°	0,200	
77	0,910	4,550
122	3,500	3,846
167	11,250	3,214
212	30,000	2,666

und bey Temperaturunterſchieden von $22\frac{1}{2}$°

32°	0,200	
54,5	0,435	2,17
77	0,910	2,09
99,5	1,820	2,00
122	3,500	1,92
144,5	6,450	1,84
167	11,250	1,75
189,5	18,800	1,67
112	30,000	1,59

Bey Temperaturunterſchieden von $11\frac{1}{4}$°

Temperatur	Expanſivkraft	Exponenten
32°	0,200	
43,25	0,297	1,485
54,5	0,453	1,465
65,75	0,680	1,41
77	0,910	1,44
88,25	1,290	1,43
99,5	1,820	1,41
110,75	2,540	1,40
112	3,500	1,38
133,25	4,760	1,36
144,5	6,450	1,35
155,75	8,550	1,33
167	11,250	1,32
178,25	14,600	1,30
180,5	18,800	1,26
200,75	24,000	1,27
212	30,000	1,25

Hier-

Hieraus sieht man, daß die Exponenten sehr nahe gleichförmig abnehmen. Ist dieß wirklich der Fall, so lassen sich auch die Expansivkräfte der Wasserdämpfe jenseits der Grenzen der Beobachtungen hinaus, ohne weitere Versuche anzustellen, bis auf eine beträchtliche Weite ausdehnen.

Was die Expansivkraft der Dämpfe anderer Flüssigkeiten betrifft, so ist bekannt, daß einige davon leichter verdampfbar als Wasser, z. B. flüchtiges Ammoniak, Aether, Alkohol u. s. f.; andere dagegen schwerer als Wasser zu verdampfen sind, z. B. Quecksilber, Schwefelsäure, flüssiger salzsaurer Kalk und dergl. Aus Versuchen, die Dalton mit sechs verschiedenen Arten von Flüssigkeiten angestellt hat, ergab sich folgendes allgemeines Gesetz: Bey gleichem Temperaturunterschiede ist der Unterschied in der Expansivkraft der Dämpfe aller Flüssigkeiten gleich, in so fern von Temperaturen angerechnet wird, bey welchen beyde Dampfarten dieselbe Expansivkraft haben. Nimmt man so z. B. ein für allemal eine Expansivkraft von 30 engl. Zollen Quecksilber zum Punkte an, von welchem man ausgeht, und es verlieren, wie gefunden worden, Wasserdämpfe von dieser Expansivkraft durch eine Verminderung der Temperatur von 30° die Hälfte ihrer Kraft; so verlieren auch die Dämpfe jeder andern Flüssigkeit die Hälfte ihrer Kraft, wenn ihre Temperatur um 30° unter der, bey welcher sie kocht, vermindert wird; und so bey allen andern Temperaturunterschieden.

Die wichtigsten Untersuchungen des Herrn Dalton betreffen aber die Expansivkraft der Dämpfe in der Luft. Die hieher gehörigen Versuche wurden mit Manometern, oder geraden, an einem Ende zugeschmol-

zenen Glasröhren, angeſtellt, deren innerer Durchmeſſer $\frac{1}{15}$ Zoll betrug, und die nach Theilen ihrer Capacität graduirt waren. Ein oder zwey Tropfen der Flüſſigkeit, mit welcher der Verſuch angeſtellt werden ſollte, wurden bis an das zugeſchmolzene Ende der Röhre vorgebracht, darauf die innere Fläche der Röhre mit einem Drathe, der mit einem Faden umwunden war, gereinigt, dann atmoſphäriſche Luft oder eine andere Gasart in die Röhre gelaſſen, und zuletzt eine Queckſilberſäule von $\frac{1}{10}$ bis 30 Zoll Länge, je nachdem der Verſuch eine kürzere oder längere erforderte, hineingebracht, welche in der Röhre ſchwebte. Wurde nun das Ende des Manometers, wo ſich die Flüſſigkeit und Luft befanden, in ein hohes Glas voll Waſſer von einer gegebenen Temperatur gebracht, ſo mußte ſich die Wirkung des Dampfs im Expandiren der Luft zeigen, vorausgeſetzt, daß die Ausdehnung der bloßen Luft durch Wärme für jede Temperatur bekannt war. Dieſe Ausdehnung trockener Luft, die mit keiner Flüſſigkeit, außer mit Queckſilber, in Berührung war, hatte Dalton zuvor unterſucht. Wahrſcheinlich iſt die Ausdehnung aller elaſtiſchen Flüſſigkeiten unter gleichen Umſtänden gleich, oder nahe ſo, und 1000 Theile irgend einer elaſtiſchen Flüſſigkeit werden durch eine Wärme von 180° nahe gleichförmig bis auf 1370 oder 1380 Theile expandirt.

Das Reſultat aller Verſuche, welche er mit verſchiedenen Flüſſigkeiten in allen Temperaturen von 32° bis 212° angeſtellt hatte, führte auf einen allgemeinen Satz, welcher folgender iſt: Irgend eine Luftart, die von aller Feuchtigkeit befreyet iſt, und eine bekannte Temperatur hat, ſtehe unter einem gegebenen Drucke von p engliſche Zoll Queckſilberhöhe, und der Raum,

Raum, den sie unter diesen Umständen einnimmt, werde = 1 gesetzt. Ferner sey die Kraft des Dampfs irgend einer Flüssigkeit bey derselben Temperatur im luftleeren Raume = f Zoll Queckſilberhöhe. Werden nun diese Luft und diese Flüssigkeit in Berührung gebracht, so erfolgt sogleich eine Ausdehnung des Raums, welchen die Luft einnahm, und zwar entweder unmittelbar, oder doch binnen kurzer Zeit, bis zu einem

$$\text{Raume} = 1 + \frac{f}{p - f} = \frac{p}{p - f}.$$

Es sey so z. B. p = 30 engl. Zoll Queckſilberhöhe, so wird, wenn Wasser und Luft in Berührung sind, bey einer Wärme von 180°, bey welcher f = 15 Zoll Queckſilberhöhe ist, der Raum und Dampf einnehmen $= \frac{30}{30 - 15} = 2$, also das Doppelte des Raums, den die trockene Luft allein in dieser Temperatur eingenommen haben würde. — Gerade so erzeugt Wasser, das unter einem Drucke von 60 Zoll Queckſilberhöhe steht, bey einer Temperatur von 212°, wenn f = 30 Zoll ist, Dampf, der das Volumen der Luft gerade verdoppelt. Für Aether-Dampf ist f = 15 Zoll bey 70° Wärme; daher muß, wenn Aether von 70° Wärme zur Luft hinzugelassen wird, die unter einem Drucke von 30 englische Zoll Queckſilberhöhe steht, das Volumen der Luft verdoppelt werden. — Atmosphärische Luft und Wasserstoffgas werden durch Wasserdämpfe in allen Temperaturen, unter übrigens gleichen Umständen, um gleich viel ausgedehnt.

Endlich bemerkt Dalton noch, daß die Annahme einer chemischen Verwandtschaft zwischen den

Gasarten und Dämpfen verſchiedener Art, mit dieſem Phänomen ganz unvereinbar ſey. Man könnte ſich zwar denken, daß alle Gasarten eine gleiche Verwandtſchaft zum Waſſer hätten; obgleich auch dieſe Vorausſetzung, als etwas, das gegen alle Analogie mit andern Geſetzen chemiſcher Verwandtſchaften ſey, nicht zuläſſig ſeyn möchte. Allein noch weiter zu gehen, und anzunehmen, Waſſer verbinde ſich mit jener Gasart in derſelben Menge, womit ſich der Dampf deſſelben im luftleeren Raume verbinde, oder mit andern Worten, die Elaſticität beyder verbunden bleibe völlig dieſelbe, wie ſie vor der Verbindung war; das heißt in der That, aus Liebe zu einer Hypotheſe zu weit gehen.

Nach ſeiner Vorſtellung ſtoßen ſich die Theilchen des Dampfs nur unter ſich, und eben ſo die Lufttheilchen nur unter ſich zurück; die Dampftheilchen und Lufttheilchen ſind dagegen ohne alle Wirkung auf einander; ſie ſtoßen ſich nicht gegenſeitig ab, ziehen ſich auch nicht an, und ſind durch einander aufs gleichförmigſte verbreitet, vermöge der Zurückſtoßung, welche die Lufttheile gegen einander, und eben ſo die Dampftheile gegen einander ausüben. Daher wird weder die Expanſivkraft noch die Dichtigkeit der Luft an ſich durch den Dampf im mindeſten verändert; beyde ſind ganz dieſelben, es mögen ſich zwiſchen den Lufttheilchen Dampftheilchen befinden oder nicht. Nur darin ändert der Dampf etwas, daß die Expanſivkraft deſſelben der Expanſivkraft der Luft zu Hülfe kommt, und daß beyde gegen Hinderniſſe mit vereinter Kraft wirken: der Dampf, ſo lange tropfbare Flüſſigkeiten vorhanden ſind, bey derſelben Temperatur, mit einer beſtändigen Kraft; die Luft mit einer

ner Kraft, welche mit ihrer Dichtigkeit zu- und abnimmt.

An den ſogenannten Dampfmaſchinen hatte zwar James Watt weſentliche Fehler verbeſſert; allein nach der Zeit hat er immer mehr Verbeſſerungen anzubringen geſucht. Die von ihm ſeit 1770. gegen alle vorhin übliche ſchon viel verbeſſerte Einrichtung der Dampfmaſchinen, wie ſie auch bisher in Deutſchland eingerichtet waren, beſtand kurz in Folgendem: Der Cylinder wurde noch mit einem andern Behältniſſe umgeben, welches beſtändig mit heißem Dampfe angefüllt war, um den Cylinder in einer ſtets gleichförmigen Hitze zu erhalten. Auch wurde der Kolben in den Cylinder nicht durch den Druck der atmoſphäriſchen Luft, ſondern durch die Elaſticität des Dampfs in dem Behältniſſe hinabgetrieben, wenn unter demſelben der leere Raum bewerkſtelligt war. War nun der Kolben auf den Boden des Cylinders gekommen, ſo wurde der Zufluß der Dämpfe oberhalb des Kolbens durch Verſchließung eines Ventils gehemmt, und dagegen durch Oeffnung eines andern Ventils den oberhalb des Kolbens befindlichen Dämpfen nun auch ein Eingang in den Cylinder unterhalb des Kolbens verſchafft. Damit hatten die Dämpfe oberhalb und unterhalb des Kolbens ein völliges Gleichgewicht, und der Kolben hätte ruhig bleiben müſſen, wenn nicht der eine Hebelarm ein Uebergewicht gehabt, und den Kolben des Cylinders weiter hinauf gezogen hätte. Nun öffnete ſich ein drittes Ventil, wodurch der unterhalb des Kolbens im Cylinder befindliche Dampf in eine beſondere vorhin leere Röhre, den Condenſator, geleitet wurde. Hier begegnete dem Dampfe ein Strahl kaltes Waſſer, welcher ihn ſogleich zu

Waſſertropfen verdichtete; dadurch entſtand unterhalb des Kolbens ein leerer Raum, und da ſich zugleich das erſte Ventil wieder öffnete und die Verbindung mit dem Keſſel und dem Theile des Cylinders oberhalb des Kolbens wieder herſtellte, ſo ſank der Kolben im Cylinder abermals hinab, und das Spiel der Maſchine fing von neuem an. Nachher hatten Watt und Boulton die Verbeſſerung der Dampfmaſchinen noch viel weiter getrieben. Sie hatten auch wirklich nach dieſer neuen Einrichtung eine große Maſchine erbauet, hielten ſie aber verſchwiegen. Als der Herr von Betancourt vom ſpaniſchen Hofe den Auftrag erhalten hatte, eine Sammlung von hydrauliſchen Unterſuchungen und Modellen zu veranſtalten, ſo reiſte er im Jahre 1788. nach England, um dieſe neue Dampfmaſchine ſelbſt in Augenſchein zu nehmen. Allein er konnte von dem innern verbeſſerten Mechanismus nichts Beſtimmteres erfahren; er bemerkte bloß, daß der Kolben des Cylinders an dem Hebelbaume nicht, wie gewöhnlich, vermittelſt einer Kette, ſondern durch eine unbiegſame Verbindung von Stangen befeſtigt war. Dieſer Umſtand gab dem Herrn von Betancourt Anlaß, den innern verbeſſerten Mechanismus zu errathen. Es ſchien ihm nämlich natürlich, daß der Kolben im Cylinder nicht allein, wie bey den bisherigen Maſchinen, beſtimmt ſeyn müßte, während des Herniedergehens das eine Ende des Hebelbaums mit ſich herabzuziehen, ſondern auch während ſeines Hinaufgehens den Hebelarm hinauf zu drucken, und folglich in dieſem letzten Falle nicht, wie bisher, das Uebergewicht des andern Hebelarms, ſondern auch der unterhalb des Kolbens in den Cylinder geleitete Waſſerdampf den Kolben, und mit ihm das eine Ende des Hebelarms heben müſſe. Daher haben dergleichen

verbesserte Maschinen den Nahmen "Maschinen mit doppelter Wirkung" erhalten. Nach diesen Grundsätzen ließ Herr von Betancourt ein Modell im Kleinen verfertigen, welches von den Gebrüdern Perrier zu Paris völligen Beyfall erhielt. Diese entschlossen sich daher, nach diesem Modell eine Maschine im Großen zu bauen, welche auch vollkommen nach Wunsch ausgefallen, und von Prony weitläuftig beschrieben worden ist.

Nach dieser neuen Einrichtung strömt also wie vorher der Dampf aus dem Kessel in den Cylinder oberhalb des Kolbens, und druckt diesen hinab. Sobald dieser auf den Boden des Cylinders gekommen ist, so tritt nun dieser Dampf nicht unterhalb des Kolbens in den Cylinder, sondern geht unmittelbar in den Condensator; dabey strömt aber jetzt, welches bey der vorigen Einrichtung nicht geschah, unmittelbar aus dem Kessel Dampf in den Cylinder unterhalb des Kolbens, und druckt ihn wieder hinauf, wird dann sogleich auch wieder verdichtet, und so geht das Kolbenspiel ununterbrochen fort.

Die Vortheile dieser verbesserten Einrichtung sind nicht geringe. Sie sind folgende:

1. Die Größe und Stärke des Kessels kann viel geringer als sonst seyn. Bey der alten Einrichtung, wo während des Steigens des Kolbens im Cylinder kein Dampf aus dem Kessel ausströmen durfte, mußte nothwendig der Kessel groß und stark genug seyn, um den während dieser Zeit erzeugten Dampf, nebst dem schon vorräthigen, zu fassen, und den Druck desselben auszuhalten, welcher um so stärker seyn mußte, weil der Dampf nur die Hälfte der Zeit, da die Ma-

ſchine im Gange war, wirkte, und in dieſer halben Zeit die Wirkung hervorbringen mußte, zu welcher er nach der neuen Einrichtung die ganze Zeit über beytragen kann. Daher drang auch bey den vorigen Dampfmaſchinen während des Aufſteigens des Kolbens in dem Cylinder der Dampf durch die Fugen des Keſſels, welches jetzt nicht mehr geſchieht.

2. Die Unkoſten der Feuerung werden dadurch vermindert. Denn weil der Druck des Dampfs nach der neuen Einrichtung nicht mehr ſo ſtark als vorher ſeyn darf, ſo braucht man auch weniger Feuerung, um das Waſſer in Dampf zu verwandeln.

3. Können die Größen des Cylinders und der dazu gehörigen Stücke weit geringer als vorher ſeyn. Denn da der Waſſerdampf in den neuen Maſchinen während der ganzen Zeit des Gangs wirkſam iſt, da er es vorher nur während der halben Zeit war, ſo kann er auch, wenn er nur auf eine halb ſo große Oberfläche bey dem Kolben wirkt, doch eben ſo viel ausrichten, als wenn er auf eine doppelt größere Oberfläche wirkt.

4. Können bey der Einrichtung der neuern Maſchinen die ſonſt erforderlichen beträchtlichen Gegengewichte an dem einen Hebelarm erſpart werden, welches nicht allein den Preis, ſondern vorzüglich die in Bewegung zu ſetzende Maſſe vermindert.

5. Wird endlich auch eine gleichförmige Bewegung erhalten, welche vorher wegen des ſtarken Gegengewichts nicht wohl erlangt werden konnte.

Von den noch neuern Einrichtungen der Dampfmaschinen des Herrn Watt hat Herr Mundt [x]) einige Nachrichten gegeben, und zugleich einen kleinen Versuch zu einer allgemeinen Theorie dieser Wirkung gemacht, wobey er das bekannte mariottesche Gesetz, vom Druck der zusammengepreßten Luft bey der Wirkung der elastischen Wasserdämpfe, zum Grunde legt. Bey dieser verbesserten Einrichtung ist nur der 4te Theil der Dämpfe nöthig, welche man sonst anwendete, folglich auch ein weit kleinerer Kessel, und etwa nur der 4te Theil der gewöhnlichen Feuerung; und doch wirkt dieser Theil von Dämpfen weit mehr, als der 4te Theil der gewöhnlichen Einrichtung.

Im Jahre 1788. hatte auch Herr Oberbergrath Bückling [y]) eine Watt'sche Dampfmaschine bey Hettstädt in der Grafschaft Mansfeld zu Stande gebracht, welche aber im Sommer 1794. wieder abgeworfen, und eine beträchtlich größere an ihre Stelle gesetzt wurde. Bey dieser hat man auch eine eigene Vorrichtung als Dampfmesser angebracht. Dieser zeigt aber bloß an, ob der Dampf die gehörige expansive Kraft erreicht oder überstiegen habe, um die Maschine in Gang zu bringen, er zeigt aber nicht die absolute Elasticität desselben im Dampfbehälter an. Zur Verbesserung dieses Dampfmessers gibt daher Herr Gren [z]) folgenden Vorschlag an: Es sey nämlich

x) Nachricht von Watt's neuesten Verbesserungen seiner Dampfmaschinen, in Grens neuem Journ. der Physik. B. IV. S. 143. f.

y) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik. B. IX. St. 2. S. 106. f.

z) Neues Journal der Physik. B. I. S. 188.

lich (fig. 23.) a der eine Dampfbehälter im lothrechten Durchſchnitt. An der einen Seitenwand wird ein Behältniß von Eiſenblech angebracht, deſſen Wand bb etwa einen Zoll weit von der Wand des Behälters entfernt iſt; übrigens kann die Länge 6 Zoll und die Höhe 8 Zoll betragen. Unten am Boden des Behälters wird eine eiſerne Röhre f von $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer angebracht, welche rechtwinklicht in die Höhe gebogen iſt, und ſich in einem kurzen Schenkel endigt. In der Oeffnung dieſes Schenkels wird eine gläſerne oben offene etwa 30 Zoll lange Röhre, die im Durchmeſſer etwa $\frac{3}{4}$ Linien beträgt, eingekittet, und an ſelbiger eine Skale befeſtigt. Das Behältniß bcb wird mit Queckſilber ungefähr 6 Zoll hoch angefüllt, welches folglich in die gläſerne Röhre eben ſo hoch als im Behälter treten wird, wenn nämlich die Elaſticität der im Behälter eingeſchloſſenen Luft mit der Elaſticität der äußern Luft gleich iſt. Von dieſem Punkte c an werden alsdann auf der Skale oberhalb und unterhalb Zolle und Linien gezeichnet. Außerdem wird in der Nähe ein gutes Barometer aufgehängt. Geſetzt nun, das Queckſilber ſteige in der Röhre bis d um 8 Zoll hinauf, indem das Barometer 27 Zoll 8 Linien zeigt, ſo wird die abſolute Elaſticität des Dampfs im Behälter durch die Summe von beyden, oder durch eine Queckſilberſäule von 35 Zoll 8 Linien ausgedruckt werden. Fiele hingegen das Queckſilber in der gläſernen Röhre unter c, ſo muß man alsdann den Abſtand von c in Zollen und Linien von der beobachteten Barometerhöhe ſubtrahiren, um die abſolute Elaſticität des Dampfs im Behälter der Maſchine zu erhalten. Uebrigens kann man das Niveau im Behälter und in der Röhre wegen des geringen Verhältniſſes des Querſchnitts der Röhre zum Querſchnitte des Behälters als

unver-

unveränderlich betrachten; denn das Queckſilber müßte in der Röhre über c auf 80 Zoll in die Höhe ſteigen, wenn es im Behälter etwa $\frac{1}{2}$ Linie fiele.

Hypotheſen über die Wärme.

Die Meynungen der Phyſiker über das Weſen der Wärme theilen ſich in dieſem Zeitraume überhaupt in zwey Hauptklaſſen. Die eine begreift alle diejenigen, welche die Wärme als eine wirkliche Materie, und die andere diejenigen, welche ſie für einen bloßen Zuſtand, als keine Materie, annehmen.

Macquer [a]) und viele Andere betrachten die Lichtmaterie als reines Elementarfeuer. Wenn aber dieſes ein wirklicher Beſtandtheil der Körper ſelbſt geworden iſt, ſo erhält es bey ihm den Nahmen des brennbaren oder des fixen Feuers, und die Wärme beſteht in einer heftigen Bewegung aller Theile, beſonders aber des Brennbaren. Nach ſeiner Meynung iſt das freye Feuer eine überaus feine Materie, deren Theile nicht mit einander zuſammenhangen, und ſich in einer ſteten reiſſenden Bewegung befinden. Dieß Feuer iſt alſo beſtändig flüſſig, ja das einzige Princip der Flüſſigkeit auch in andern Körpern. Hierauf unterſucht Macquer, ob Wärme und Licht von einem einzigen oder von verſchiedenen Stoffen herrühren. Nach ihm iſt es ausgemacht, daß das Licht eine eigene Subſtanz ſey, weil man ſeine Bewegung kenne, überdieß auch vermögend ſey, ſeine Richtung zu ändern, es zu ſammeln, zu zerſtreuen, in die Zuſammenſetzung der Körper zu bringen, und davon wieder zu trennen. Dagegen ſcheint ihm aber die Wärme ein bloßer Zuſtand

a) Chymiſches Wörterbuch. Artik. Feuer.

stand zu seyn, in welchen eine jede Materie versetzt werden kann, ohne daß sie dadurch aufhört, das zu seyn, was sie ist; daher er sie endlich für eine innere Bewegung der Theile der Körper erklärt. Da nun in den meisten Fällen, wo Licht gegenwärtig ist, auch Wärme erregt werden kann, und eine hinreichend starke Wärme Licht hervorbringt, so glaubt er, daß beyde Wirkungen von ein und derselben Substanz herrühren. Was die verbrennlichen Körper betrifft, so haben sie die Eigenschaft, wenn sie einmal glühen, alle Erscheinungen und Wirkungen des Feuers selbst hervorzubringen, welche in der Chemie und in den Künsten gebraucht werden können, nämlich der Stoß des Lichts, das Reiben, Schlagen, und die Verbrennung entzündlicher Substanzen. Das Licht wirkt auf die Körper alsdann, wenn es in ihnen Wärme hervorbringen kann; und alle Wirkungen, welche es in dieser Absicht thut, lassen sich auf eine einzige, auf Ausdehnung zurückbringen. Das von den Körpern zurückgeworfene Licht macht sie sichtbar, und wirkt als Licht; das in sie eindringende erwärmt, und wirkt als Feuer, obschon beydes eine und dieselbe Materie ist.

Die Behauptung von dem Daseyn eines wirklichen Wärmestoffs erhielt sehr viel Wahrscheinlichkeit durch die Entdeckungen der Herren Wilke und Black, daß nämlich beym Schmelzen des Schnees oder Eises eine bestimmte Menge fühlbarer Wärme verloren gehe. Hieraus entstanden nun die Begriffe von gebundener (latenter) und freyer Wärme. Nun erlaubte man sich aber auch die Freyheit, anzunehmen, daß der Wärmestoff mit andern Körpern eine chemische Verbindung eingehen könne, und überhaupt, daß er sich eben so verhalte, wie jede andere Materie.

Auf

Auf diese Entdeckungen der Herren Wilke und Black hat Crawford [b]) eine sehr sinnreiche Theorie über Wärme und Feuer gegründet. Nach ihm ist absolute Wärme diejenige Menge von Wärmematerie, welche ein Körper ohne Rücksicht der Masse und des Volumens in sich enthält. Empfindbare Wärme eines Körpers ist die Empfindung, welche in uns durch den Uebergang der Materie aus dem Körper in die Werkzeuge der Sinne bewirkt wird, wenn deren ausdehnende Kraft in dem Körper außer uns größer ist, als in den Werkzeugen des Gefühls; außerdem würden wir dem Körper eine fühlbare Kühle oder Kälte zuschreiben. Temperatur oder thermometrische Wärme eines Körpers nennt er den Grad, welchen das Thermometer in dem Augenblicke zeigt, da die ausdehnenden Kräfte der absoluten Wärme im Körper und Thermometer einander das Gleichgewicht halten, und also keines von beyden dem andern von seiner absoluten Wärme etwas mehr entweder abgeben oder entziehen kann. Comparative oder, nach Wilke's Ausdrucke, specifische Wärme zweyer Körper ist das Verhältniß der Mengen von Wärmematerie, die sie bey gleichen Massen und gleichen Temperaturen in sich enthalten. Die über die specifische Wärme angestellten Versuche scheinen folgende Regel zu bestätigen:

> Wenn mit einer Materie mehr Brennbares verbunden wird, so wird dadurch ihre Fähigkeit, Wärmematerie unmerkbar zu machen, vermindert, und

b) Ad. Crawford's Versuche und Beobachtungen über die thierische Wärme und die Entzündung brennbarer Körper; mit Morgan's Erinnerungen wider die Theorie des Herrn Crawford's. Leipz. 1785. 8.

und ein Theil ihrer absoluten Wärme ausgetrieben. Wird ihr hingegen Brennbares entzogen, so wird ihre Fähigkeit, Wärmematerie unmerkbar zu machen, vermehrt, und sie verschluckt einen Theil der Wärme aus den sie berührenden Körpern.

Diesem Satze gemäß betrachtet Crawford das Brennbare als ein der Wärmematerie entgegengesetztes Wesen, dessen Verbindung mit einem Körper die Wärmematerie aus demselben heraustreibt, dagegen durch die Wirkung des Wärmestoffs auf einen Körper die Anziehung desselben gegen das Phlogiston vermindert wird. Hieraus erklärt er die Unterhaltung der Wärme im thierischen Körper, und die meisten Erscheinungen, welche beym Verbrennen der verbrennlichen Körper vorkommen.

Freye Wärme wirkt auf alle Körper, welche Brennbares enthalten, als Auflösungsmittel. Hat nun die Luft einen freyen Zutritt dazu, so wird sie sich, wegen der starken Verwandtschaft des reinen Theils derselben gegen das Phlogiston, mit dem aus dem Körper entwickelten Phlogiston verbinden, und dagegen ihre Wärme fahren lassen, die zum Theil eine Verbindung mit dem Körper eingeht, welcher das Phlogiston hergibt, zum Theil aber frey in der benachbarten Luft sich vertheilt, und daher eine empfindbare, oft sehr heftige Hitze erregt. Die atmosphärische Luft, mit deren reinem Theile das Phlogiston sich verbindet, wird auf diese Art in phlogistisirte oder fixe Luft verwandelt, deren specifische Wärme 322 mal geringer ist, als die der dephlogistisirten. Hieraus ist die große Menge des Feuers erklärbar, welche sich bey der Verbrennung der verbrennlichen Körper entbindet

bindet und frey wird, besonders, wenn ein beständiger Zug von frischer Luft statt finden kann, oder wenn die Verbrennung in Lebensluft geschieht, worin Stahlfedern wie Schwefelfäden brennen.

Die frey gewordene Wärme wird dem Sinne des Gefühls empfindbar, und zeigt sich auch in vielen Fällen dem Gesicht als Licht, wie bey dem Glühen und der Flamme. Diese letztere scheint ein in Luftgestalt abgesondertes Phlogiston zu seyn, welches sich vielleicht so lange als Flamme zeigt, bis es seiner Luftgestalt beraubt ist, und sich mit der atmosphärischen Luft verbunden hat. Ein Theil des entbundenen Phlogistons bleibt noch mit den übrigen vom brennenden Körper abgeschiedenen Theilen vereinigt, welche den Rauch bilden, und eine Menge Feuertheile mit sich nehmen, die in den höhern Gegenden der Atmosphäre sich wiederum mit denselben verbinden. Daß die Hitze der Flamme einer Kerze so heftig, in einer geringen Entfernung davon aber nur schwach ist, rührt daher, weil eben die Wärmemenge, welche die phlogistisirte Luft bis auf einen sehr hohen Grad erhitzt, die gemeine atmosphärische Luft nur bis auf einen sehr mäßigen Grad erwärmt.

Hieraus ergibt sich, warum das Feuer nicht mehr fortbrennt, wenn die umher befindliche Luft weggenommen wird, oder wenn sie mit Phlogiston gesättigt ist; denn alsdann kann sie keines weiter von dem brennenden Körper aufnehmen, und dieser daher keines absondern. Auch die sogenannte Verkalkung der Metalle erfordert den freyen Zutritt der Luft, und in einem verschlossenen Gefäße kann nur eine gewisse Menge Metall verkalkt werden, bis nämlich die eingeschlossene Menge mit Phlogiston gesättigt ist. Es

wirken

wirken daher Wärme und Luft bey der Verbrennung der Körper gemeinschaftlich als Auflösungsmittel; die erstere zerlegt den Körper, indem die Luft sich mit dem Phlogiston verbindet, dieser hingegen die in ihm enthaltene Wärme hergibt. Durchs Hinzuströmen von frischer Luft wird die Hitze verstärkt, besonders wenn die zuströmende Luft sehr rein ist, weil mit der frischen Luft ein neuer Vorrath von Wärme zugeführt, und zugleich die phlogistisirte Luft, die die brennenden Körper umgibt, hinweggetrieben wird.

Uebrigens kann es Stoffe geben, welche durch eine für unser Gefühl sehr schwache Wärme schon so weit zerlegt sind, daß sich einiges Phlogiston aus ihnen entwickelt. Sobald dieß mit der Luft in Berührung kommt, kann Hitze und Entzündung entstehen. Auf diese Art erklärt sich die Selbstentzündung des Phosphors und des Pyrophorus an der Luft. Schlechter Phosphor wird an der Luft wenigstens warm, und gibt einen Schwefelgeruch von sich. Bey der Vermischung von Säuren und Oelen kann plötzlich eine Zersetzung vorgehen; alsdann wird die umgebende Luft schnell phlogistisirt, und diese muß dagegen eine große Wärmemateriе absetzen, die die Mischung bis zur Entzündung erhitzen kann. Hieraus lassen sich die schnellen Erhitzungen des Sassafras-, Guajack- und Nelkenöls mit rauchender Salpetersäure, die Selbstentzündung des mit Kienruß, Hanf und Flachs vermischten Hanf- und Leinöls, die Entstehung der Hitze beym Verwittern der Kiese u. s. f. begreifen.

Diese Theorie, welche viele Erscheinungen so glücklich zu erklären schien, ward von den Naturforschern beynahe mit allgemeinem Beyfall aufgenommen, und selbst die von Morgan dagegen gemachten Einwürfe

würfe sind von keiner weitern Erheblichkeit. Jetzt aber hat sie ihren Werth verloren, da die Erscheinungen des Verbrennens und anderer Phänomene weit glücklicher aus unbezweifelten Thatsachen hergeleitet werden.

Uebrigens behauptete Crawford, daß sich Blacks latente Wärme mit den Stoffen nicht chemisch verbinde, weil sie sich schon bloß durch Berührung kalter Körper wieder trenne. Er gebraucht daher die Ausdrücke: die Capacität oder die comparative Wärme der Stoffe werde vermehrt oder vermindert. Nach ihm hat nämlich Wasser mehr Capacität, als Eis, Wasserdampf mehr als Wasser, Gasarten mehr als Dämpfe; die Gasarten nehmen mehr Wärme in ihre Zwischenräume auf, ohne sich darum chemisch mit ihr zu verbinden. Diese Crawford'sche Vorstellung hat Herr Hofr. Mayer c) noch mehr zu erläutern, und als statthaft darzustellen gesucht. Doch streitet er nicht über die Möglichkeit, daß die Wärme als wirkliche Materie eben so gut, wie andere Stoffe, den Gesetzen der Verwandtschaft unterworfen seyn, und, wie diese, solche Verbindungen eingehen könne, bey welchen sie derjenigen Eigenschaft völlig beraubt ist, wodurch sie sich zuvor auszeichnete. Allein ob sie dieß wirklich thue, entschieden wenigstens die gewöhnlichen Vorstellungen nicht. So sage man z. B., daß diejenige Quantität Wärme, welche einer gewissen Portion Eis zugesetzt werde, um es in eiskaltes Wasser zu verwandeln, mit demselben in eine chemische Ver-

c) Ueber die Gesetze und Modifikationen des Wärmestoffs. Erlang. 1791. 8. S. 6. f.

Verbindung trete, weil dieſer Zuſatz von Wärme, während das Eis ſchmilzt, ſich gleichſam den Sinnen entziehe, und keine Erhöhung der Temperatur hervorbringe. Man denke aber nicht daran, daß eine größere Quantität Wärmeſtoff in dem aus dem Eiſe entſtandenen Waſſer nur eine geringere ſpecifiſche Dehnkraft als die geringere Quantität im Eiſe haben dürfte, um erklären zu können, wie beyde Körper (Waſſer und Eis) im Gleichgewicht der Temperatur bleiben könnten, ohne in dem Waſſer auch nur einen Theil Wärme in einer chemiſchen Verbindung anzunehmen. Und in der That, wer könne das behaupten, wenn man ſehe, daß jener Zuſatz von Wärme, welcher das Eis in Waſſer verwandele, von ſelbſt wieder aus dem Waſſer entweiche, ſobald es einem Medium ausgeſetzt werde, worin die Spannung der Wärme geringer, als in dem Waſſer, ſey. Es habe alſo jene Quantität von Wärme nicht ihren eigenthümlichen Charakter der Beweglichkeit und des Strebens nach Gleichgewicht verloren, ſondern, indem ſie in das Eis ginge, nur eine Modifikation ihrer Dehnkraft erlitten, vermöge der ſie aber immer noch fähig genug ſey, zur Herſtellung eines Gleichgewichts in das umgebende Mittel und die in ihm befindlichen Körper überzuſtrömen; man werde ſie alſo nicht als gebundene Wärme betrachten müſſen.

Wie unrichtig überhaupt der Schluß ſey, fährt Herr Mayer fort, daß, wenn eine gewiſſe Portion Wärmeſtoff, einem Körper zugeſetzt, keine Temperaturerhöhung hervorbringe, dieſer Zuſatz chemiſch mit dem Körper verbunden worden ſeyn müſſe, laſſe ſich auch ſo einſehen. Geſetzt, der freye Wärmeſtoff erweitere ſich die Zwiſchenräume des Körpers, in den er

ein-

einströmt, wie das mit einigen scheinbaren Ausnahmen allemal der Fall sey; könnte nicht diese (durch ihn selbst hervorgebrachte) Ausdehnung, z. B. beym Schmelzen des Eises (denn daß die Wärme auch dieß ausdehne, wenn man von den Luftblasen abstrahire, die nicht zum Wesen desselben gehörten, sey bekannt), so viel betragen, daß die größere Menge des freyen Wärmestoffs in den größern Zwischenräumen des Wassers dennoch eben die Intensität und Spannung beybehielte, als die geringere in den kleinern Zwischenräumen des Eises, letzterm also das Gleichgewicht hielte, wie eine größere Portion Luft einer geringern von eben der Dichtigkeit? Habe man also, um die Veränderlichkeit der Temperatur beym Schmelzen des Eises zu erklären, eine Bindung des dazu verwandten Wärmestoffs nöthig? Entziehe er sich nicht nur scheinbar dem Thermometer, wenn er sich in die größern Zwischenräume des Wassers verberge?

So könnte man nun auch, meynt Herr Mayer, von derjenigen Quantität Wärme, welche zur Bildung des Dampfs und einer luftförmigen Flüssigkeit verwandt wird, behaupten, daß sie nur in einem modificirten freyen Zustande verbleibe.

Nach Herrn Mayer sollte der Wärmestoff nur alsdann gebunden heißen, wenn die Ziehkraft eines Körpers gegen ihn so beträchtlich wäre, daß er dadurch seine Elasticität gänzlich verlöre, und gar kein Vermögen übrig behielte, in ein absolut kaltes Medium überzuströmen. So lange er nur noch etwas von diesem Vermögen übrig hätte, so könne er durch hinreichende Verminderung der Temperatur des Mediums, dem er ausgesetzt werde, aus dem Körper eben so gut entweichen, als die Wärme aus dem

heißen Waſſer, und verdiene alſo ſo gut wie dieſe den Nahmen der freyen Wärme. So führe man gewöhnlich für die Behauptung, daß in luftförmigen Flüſſigkeiten der Wärmeſtoff chemiſch gebunden ſey, den Grund an, daß man keine ſolche Flüſſigkeit bloß durch Verminderung der äußern Temperatur ſich zerſetzen, und den in ihr enthaltenen Wärmeſtoff, wie bey den wäſſerigen Dämpfen, in Wirkſamkeit kommen ſehe; allein hiermit ſey nur ſo viel geſagt, daß keine uns bekannte Verminderung der Temperatur eine luftförmige Flüſſigkeit in einen tropfbaren oder feſten Zuſtand zu verwandeln hinlänglich ſey. Die Unmöglichkeit, daß dieß gar nicht geſchehen könne, ſey dadurch keinesweges erwieſen, weil wir auch bey den höchſten uns bekannten Graden der Kälte dennoch von dem Punkte der gänzlichen Beraubung aller Wärme immer noch ſehr weit entfernt wären.

Herr Mayer nimmt vielmehr an, derjenige Wärmeſtoff, welchen die Körper aufnehmen, umgebe jedes Theilchen deſſelben, wie eine Atmoſphäre. Denn die Ziehkraft der Theilchen gegen ihn müſſe zunächſt an den Theilchen ſtärker ſeyn, als in einer größern Entfernung; wenn daher ein Gleichgewicht ſtatt finden ſolle, ſo müſſe die verminderte Elaſticität des Wärmeſtoffs nahe um die Körpertheile durch eine größere Dichtigkeit deſſelben erſetzt werden, wodurch ſich eine Atmoſphäre um jedes Theilchen bilden müſſe. Auch erklärt er hieraus, warum die torricelliſche Leere unter gleichen Umſtänden weniger Wärmeſtoff aufnimmt, als andere gleich große Räume, welche aber zum Theil mit materiellen Theilen erfüllt ſind; indem die große ſpecifiſche Dehnkraft des Wärmeſtoffs im leeren Rau-

me

me bey einer sehr geringen Dichtigkeit dem ungleich dichtern, aber minder elastischen Wärmestoffe zwischen den materiellen Theilen eines Körpers das Gleichgewicht halten könne. Daraus schließe Herr Mayer, daß ein Körper bey sonst gleichen Umständen desto mehr Wärme aufnehme, je mehr durch die Ziehkraft seiner Theilchen die natürliche Dehnkraft des Wärmestoffs geschwächt werde. Weil nach Mayer's Theorie die specifische Dehnkraft des Wärmestoffs, selbst in dem nämlichen Körper, nicht durchaus gleich, und das Gesetz, nach welchem sie sich ändert, unbekannt ist, so muß man sich in jedem Körper eine mittlere specifische Dehnkraft denken, und eben diese ist es, welche man durch die Methode der Mengungen zu erhalten sucht.

Herr Mayer glaubt mit Crawford, daß die sich verbergende und frey werdende Wärme bloß von veränderter Capacität, nicht von chemischer Verbindung und Scheidung abhange. Bey den luftförmigen Flüssigkeiten sollte man, meynt Herr Mayer, den Ausdruck Permaneität aus den Lehrbüchern der Naturlehre gänzlich verbannen, indem es gar wohl innerhalb der Grenzen der absoluten Null eine Temperatur geben könne, bey welcher die luftförmigen Flüssigkeiten sich eben so gut zersetzen könnten, als sich die Dämpfe schon zu vereinigen anfingen, sobald sie in eine Temperatur gelangten, welche weniger als 212° Fahrenh. betrage. Selbst beym Verbrennen entstehe die Hitze nur allein durch die Decomposition der Luft, welche den Körper umgebe. Sie werde größtentheils auch selbst durch Verminderung der Capacität des brennenden Körpers, indem derselbe den Sauerstoff der Luft anziehe, dagegen aber auch wie-

der anderer Beſtandtheile beraubt werde und dadurch eine Formänderung erfahre, hervorgebracht werden können.

Da es alſo ſtreitig war, ob es wirklich einen chemiſch gebundenen Wärmeſtoff gebe, ſo unternahm es Herr Prof. Schmidt in Gießen [d]), einige Verſuche über die Aenderungen in der Dichtigkeit und Temperatur bey verſchiedenen Miſchungen anzuſtellen, welche die Frage zu entſcheiden ſcheinen, ob Wärme chemiſch gebunden werde? Es iſt nämlich bekannt, daß einige Flüſſigkeiten bey einer Vermiſchung ihren Raum verändern und dichter werden, und daß bey mehreren dieſer Miſchungen zu gleicher Zeit ein beträchtlicher Grad von Wärme entſteht. Daher war Herr Schmidt begierig zu wiſſen, wie die Aenderungen in der Dichtigkeit ſich zu den erzeugten Graden der Wärme verhielten, weil man dadurch der Beantwortung der Frage näher kommen könne: ob die bey Miſchungen bemerkten Aenderungen in der Temperatur bloß aus den veränderten Capacitäten der gemiſchten Körper für die Wärme, oder nur mit Hülfe eines chemiſch gebundenen und frey werdenden Wärmeſtoffs befriedigend erklärt werden könnten? Herr Schmidt nennt den Unterſchied zwiſchen der nach der Regel, daß die Dichtigkeit der Miſchung der Summe der Maſſe dividirt durch die Summe der Räume gleich iſt, berechneten Dichtigkeit, und der durch die Beobachtung gefundenen Aenderung der Dichtigkeit. Wenn durch die Miſchung eine Aenderung in der Temperatur der gemiſchten Flüſſigkeiten erfolgt, ſo muß man die Dichtigkeit der Miſchung, erſt nachdem ſie auf die vorige Temperatur

d) Gren's neues Journal der Phyſik. B. I. S. 192 f.

peratur zurückgebracht worden ist, untersuchen. Herr Schmidt hat bey seinen Versuchen die Dichtigkeiten sowohl vor als nach der Mischung, bey einer Wärme von 15° de Luc, mittelst des Aräometers gefunden, und unter dieser Temperatur auch die Flüssigkeiten gemischt. Denn um die Aenderungen der Dichtigkeiten besser unter einander vergleichen zu können, hat er diese in 1000 Theile der beobachteten Dichtigkeiten der Mischungen ausgedruckt, welche er die reducirten Aenderungen der Dichtigkeiten nennt. Aus den reducirten Aenderungen der Dichtigkeit verglichen mit den Aenderungen der Temperatur bey den Mischungen von Branntwein und Wasser erhellte, daß sie zwar gemeinschaftlich wachsen und abnehmen, auch beyde dann am größten sind, wenn die Mischung aus gleichen Theilen besteht; allein sie sind keinesweges in einerley Verhältniß mit einander, sondern die Aenderungen der Dichtigkeiten nehmen vor diesem Maximum immer langsamer zu, nach demselben schneller ab. Mit den Aenderungen der Wärme verhält es sich gerade umgekehrt. Woher kommt es nun, fragt Herr Schmidt, daß mehr Branntwein mit wenigerm Wasser gemischt, bey einer größern Aenderung der Dichtigkeit eine geringere Wärme, und mehr Wasser mit wenigerm Branntwein bey einer kleinern Aenderung der Dichtigkeit eine größere Wärme erzeugen? Läßt sich dieses befriedigend aus der Lehre von den Capacitäten erklären? Das Wasser, werde man vielleicht antworten, habe nach Crawford'schen und andern Versuchen eine größere Capacität für Wärme, als Branntwein. Wenn man beyde vermische, so werde jene Capacität vermindert, und dadurch empfindbare Wärme erzeugt. Da es also das Wasser sey, welches bey dieser Mischung die zur Erhöhung der Temperatur nöthige Wärme hergebe: so erkläre sich hieraus, daß diese Er-

höhung der Temperatur da, wo mehr Wasser und weniger Weingeist gemischt werden, beträchtlicher als in dem umgekehrten Falle seyn könnte. Dieß zugegeben, frägt Herr Schmidt ferner, wie kommt es, daß bey Mischungen von Vitriolöl und Wasser eine so sehr viel stärkere Hitze statt findet, wenn man 3 Theile Vitriolöl und 1 Theil Wasser nimmt, als bey der Mischung im umgekehrten Verhältnisse? Nach der Lehre von den Capacitäten sey bey diesen Mischungen das Wasser ebenfalls der Körper, welcher die empfindbare Wärme durch Veränderung der Capacität hervorbringe. Man wäre also nach der obigen Art zu schließen berechtigt, gerade das Gegentheil von dem zu erwarten, was wirklich erfolge. Richtiger erklärt Hr. Schmidt diese Erscheinung auf folgende Art: Aenderungen in der Dichtigkeit, und erzeugte Wärme bey Mischungen sind beydes Folgen einer chemischen Wirkung der gemischten Körper auf einander. Daß die Temperaturerhöhungen bey Mischungen derselben Körper unter verschiedenen Verhältnissen nicht immer mit den Veränderungen der Dichtigkeit genau proportional sind, könnte bloß daher rühren, weil der Grad der Wärme, den das Thermometer angibt, nicht allein von der Menge der wirklich erzeugten Wärme, sondern auch von der Capacität des gemischten Körpers, dessen Temperatur erhöhet werden soll (im umgekehrten Verhältnisse nämlich) abhängt. Hieraus erläutert sich wenigstens, warum bey Mischungen von Wasser und Weingeist, von Säuren und Wasser, eine gegen die Aenderung der Dichtigkeit verhältnißmäßig höhere Temperatur entsteht, wenn man weniger Wasser und mehr Säure oder Weingeist nimmt, als wenn man das Verhältniß in den Theilen umkehrt; denn im ersten Falle besitzt die Mischung eine geringere, in dem andern

andern eine höhere Capacität; sie wird folglich durch eine gleiche Menge freyer Wärme in jenem eine höhere, in diesem eine niedrigere Temperatur erhalten.

Die Mischungen von concentrirter Salpetersäure und Wasser machen von diesem Gesetz eine Ausnahme; hier sind die Aenderungen in der Temperatur und Dichtigkeit genau proportional. Bey den Mischungen von Salzsäure und Wasser trifft das Gesetz wieder ein. In beyden Mischungen entsteht eine höhere Temperatur und stärkere Aenderung der Dichtigkeit, wenn in das Verhältniß der Mischung mehr Wasser und weniger Säure kömmt. Es sey daher zu vermuthen, daß dieses bey den Mischungen von allen concentrirten Säuren mit Wasser statt finden werde. Ob die durch Mischungen hervorgebrachte Wärme vorher ihrer specifischen Eigenschaften ganz oder zum Theil beraubt, d. i. ob sie durch chemische Verwandtschaft als Bestandtheil aus den gemischten Körpern ausgeschieden wurde, oder nur eine Vermehrung ihrer specifischen Dehnkraft erhielt? das entschieden zwar seine Versuche nicht unmittelbar, aber sie rechtfertigen seiner Meynung nach folgende Schlüsse:

Wenn die erhöhete Temperatur bloß Folge der durch die Mischung veränderten Stellung der Theilchen und ihrer Anziehungskraft gegen die in den Zwischenräumen enthaltene freye Wärme wäre: so müßten die Temperaturerhöhungen bey Mischungen unterschiedener Körper mit demselben dritten, durch dessen veränderte Capacität die Wärme entstehen soll, genau in dem geraden Verhältnisse der Verdichtung und dem umgekehrten der specifischen Wärme der Mischung seyn. Wäre dieß vermöge der Erfahrung bey solchen Mischungen nicht der Fall, so würde man rückwärts

daraus die Folge ziehen können, daß die Veränderung der Capacität nicht hinreichend ſey, die erzeugte Wärme zu erklären, ſondern daß ein Theil derſelben, welcher nicht als freye Wärme in den gemiſchten Körpern enthalten war, durch chemiſche Verwandtſchaft ausgeſchieden worden ſey. Nachdem nun Herr Schmidt in drey verſchiedenen Fällen die Miſchungen von Waſſer und Branntwein, und Waſſer und Vitriolöl in verſchiedenen Verhältniſſen geprüft hatte: ſo ſchloß er, das in keinem dieſer Fälle die veränderte Capacität hinreichend ſey, die in den Miſchungen von Vitriolſäure uud Waſſer entſtandene Wärme zu erklären. Woher kommt nun, fragt er, die gegen andere Miſchungen ſo verhältnißmäßig ſtarke Erhitzung der concentrirten Vitriolſäure mit Waſſer? Iſt es nicht wahrſcheinlich, ſie einer in der Säure chemiſch gebundenen und durch das Waſſer frey gewordenen Wärme zuzuſchreiben? Da die Miſchungen anderer concentrirten Säuren mit Waſſer in Vergleichung der Aenderung ihrer Dichtigkeit ebenfalls ſehr ſtarke Temperaturerhöhungen hervorbringen: habe man weniger Grund, einen Theil derſelben der aus den Säuren chemiſch entbundenen Wärme zuzuſchreiben? Wenigſtens erklärten ſich unter dieſer Vorausſetzung die eben bemerkten Phänomene viel befriedigender, als aus der Lehre von den Capacitäten allein. Man ſähe nämlich, daß die Erhitzung der gemiſchten Flüſſigkeit nicht bloß von der Verdichtung und ihrer verminderten ſpecifiſchen Wärme, ſondern auch von der aus dem einen oder dem andern der gemiſchten Körper, oder aus beyden zugleich, chemiſch entbundenen Wärme abhange.

Drey Theile einer concentrirten Säure mit Einem Theile Waſſer gemiſcht erhitzen ſich deßwegen ſo viel

viel stärker, als wenn die Mischung aus gleichen Theilen besteht, oder noch mehr Wasser enthält, weil die aus der Säure durch Wahlanziehung frey werdende Wärme desto größer sey, je concentrirter die Säure war, und ein geringer Antheil Wasser schon hinreiche, diese Wärme zu entbinden.

Weingeist und ätherische Oele erhitzten sich mit den concentrirten Säuren ungleich mehr als Wasser, ungeachtet sie nach der Lehre von den Capacitäten weniger Wärme enthielten; sie wirkten aber chemisch stärker auf die Säuren, und die Säuren auf sie. Die Temperaturerhöhungen der Mischungen von Branntwein und Wasser schienen zwar größtentheils Folgen der veränderten Capacität zu seyn, doch werde man die chemische Wirkung beyder Flüssigkeiten auf einander nicht ganz läugnen können. Selbst die Veränderung der Farbe des Weingeists, welche nicht sowohl mit den Aenderungen der Dichtigkeiten, als mit den Aenderungen der Temperatur ab- und zunehme, scheine dieses zu beweisen. Er frägt nämlich, wird nicht eben so, wie aus dem Wasser Wärme, aus dem Weingeist ein entzündlicher Stoff ausgeschieden, der die Farbe verursacht, und wodurch beyde Flüssigkeiten erst zu ihrer Vereinigung geschickt werden?

Nachdem nun Herr Schmidt diese Versuche angestellt hatte, wünschte er auch die Gesetze der Aenderungen der Dichtigkeiten solcher Mischungen zu untersuchen, wo die Summe der freyen Wärme vermindert werde. Da ihm aber keine Flüssigkeiten bekannt waren, welche bey ihrer Vermischung einen beträchtlichen Grad von Kälte erzeugten, so wählte er dazu die Auflösung concreter Salze in Wasser. Die Auflösung des Salpeters, und nach diesem des Salmiaks, erzeug-

te

te die größte Kälte. Am wenigſten wurde das Waſſer durch die Auflöſung des Kochſalzes erkaltet, wobey auch der Grad der Kälte nicht mit der Menge des aufgelößten Salzes, wie bey den übrigen Auflöſungen, zunahm. Nach der Lehre von den Capacitäten ſchreibt man die bey dieſen Verſuchen entſtehende Kälte der durch die Auflöſung vermehrten ſpecifiſchen Wärme der Salze zu. Wenn man aber auf alle bey den Auflöſungen ſich ereignenden Umſtände aufmerkſam ſey, ſo werde man bey dieſer Art zu erklären ſehr viele Lücken und Schwierigkeiten entdecken. Denn es ſey

1. zu vermuthen, daß die Capacität des Waſſers durch die Auflöſung des Salzes eben ſo vermindert, wie die Capacität des Salzes vermehrt werde, und es frage ſich alſo, welches von beyden den größten Einfluß auf die Temperatur habe? Dieſe Vermuthung werde ſehr durch die vermehrte Dichtigkeit beſtätigt, welche bey den Auflöſungen der meiſten Salze ſtatt finde, und die daher rühre, daß ſich Salztheilchen in die Zwiſchenräume des Waſſers begeben.

2. Wenn der Einfluß der verminderten Capacität des Waſſers auf die Aenderung der Temperatur mehr betragen könne, als der Einfluß der vermehrten Capacität des Salzes; ſo ſey wahrſcheinlich die Urſache der Erkältung in der zum Schmelzen des Salzes nöthigen Wärme zu ſuchen, welche, indem ſie dieſe Formänderung bewirke, ihrer übrigen Eigenſchaften beraubt werde. Für dieſe Vermehrung ſprächen folgende Bemerkungen: Die bey Salzauflöſungen bewirkte Kälte ſey deſto größer, je ſchneller das Salz ſchmelze, und höre auf, ſobald alles geſchmolzen ſey. Miſchte man eine ſehr geſättigte Salzſolution mit reinem Waſſer, oder zwey Salzſolutionen von ungleicher

Stärke

Stärke mit einander, so entstehe eine fast unmerkliche Temperaturerniedrigung, obgleich die Aenderung in der Capacität hier ebenfalls beträchtlich seyn könne.

3. Wenn die Ursache der Erkältung nach 2. in der durch das Flüssigwerden des Salzes gebundenen Wärme liege, so könnten die Aenderungen in der Capacität die Erkältungen bey einigen Salzauflösungen vermehren, bey andern vermindern, und hieraus werde begreiflich, warum bey manchen Auflösungen, z. B. des Kochsalzes, die entstandene Kälte mit der Menge des aufgelößten Salzes wenig oder gar nicht zunehme. Diese Betrachtungen, verbunden mit dem, was er oben bey Mischungen flüssiger Körper bemerkt hatte, machten es ihm sehr wahrscheinlich, daß die bey den Auflösungen der Salze in Wasser erzeugte Kälte wenigstens nicht allein aus den Veränderungen der Capacität erklärt werden könnte. Um diese Vermuthung durch direkte Erfahrungen so viel als möglich zu bestätigen, suchte er durch Rechnung die Menge der durch Aenderung der Capacität frey werdenden und verschluckten Wärme. Bey den Auflösungen des Kochsalzes, Salpeters und Salmiaks in Wasser übertraf die durch Verminderung der Capacität des Wassers entstandene Wärme die durch Vermehrung der Capacität des Salzes verschluckte, bey dem Kochsalze um das dreyfache, und demungeachtet entstand auch bey dieser Auflösung eine, wiewohl geringe Kälte. Durch diese Versuche hielt sich nun Herr Schmidt berechtigt, anzunehmen, daß die bey Auflösungen der Salze entstandene Kälte von der die Flüssigkeit der Salze bewirkenden und dadurch chemisch gebundenen Wärme herrühre; und daß diese Ursache der Erkältung der durch die Auflösung bewirkten Aenderung in den

Capa-

Capacitäten oft mehr und weniger entgegenwirke, und ſie vielleicht nur in den wenigſten Fällen, vielleicht in keinem, begünſtige.

Herr de Lüc e) hat eine andere Theorie von der Wärme aufgeſtellt, welche ebenfalls große Anhänger gefunden hat. Dieſer ſetzt das Feuer unter die Claſſe der ſogenannten Dünſte, welche er von der Claſſe der luftförmigen Stoffe unterſcheidet. Alle Stoffe beyder Claſſen beſtehen aus einem fortleitenden Fluidum (fluidum deferens), und aus einem ſchweren Stoffe, welcher ſich von jenem Fluidum durch bloßen Druck losmacht, bey den luftförmigen Stoffen aber weit inniger mit ihm vereinigt iſt. Bey den Dünſten macht ſich auch das fortleitende Fluidum auf ſeiner Seite von ſelbſt frey, um ein gewiſſes Gleichgewicht herzuſtellen, und es gibt dem ſchweren Stoffe mehr ausdehnende Kraft, wenn es in mehrerem Ueberfluſſe zugegen iſt. Beym Feuer hält nun de Lüc das Licht für das fortleitende Fluidum, und belegt den bloß ſchweren Stoff mit dem Namen Feuermaterie; dieſe, ſagt er, von dem Lichte abgeſondert und allein exiſtirend, ſey ihm gänzlich unbekannt. Dieß ſey aber der Fall mit mehreren andern angenommenen Stoffen, ſo daß daher keine Einwürfe gegen ihr Daſeyn herzunehmen ſeyen, wenn die Erſcheinungen ſie bezeugten. Das Licht verliert durch ſeine Verbindung mit der Feuermaterie ſein Vermögen zu leuchten, erzeugt aber dagegen ein neues ſehr auszeichnendes Phänomen, die Wärme. Das Feuer beſitzt eine größte Dichtigkeit, über welche hinaus ſich ein Theil davon zerſetzt, und daher wiedrr leuchtend wird. Dieſes Größte iſt das Glühen,

e) Neue Ideen über die Meteorologie. §. 115. f.

Glühen, und alsdann nur bringt das Feuer phosphorische Phänomene hervor. Wenn das Glühen aufs höchste gestiegen ist, d. h. wenn die Zersetzung des Feuers sich auf alle Classen der Lichttheilchen erstreckt, und so das Glühen zum Weißglühen kommt, so ist das Feuer auf der höchsten Stufe. Durch dieß Größte wird der Grad der Hitze, den wir durch die Kunst hervorbringen können, die Ofenwärme, eingeschränkt, deren vorzügliche Wirkungen die Ausdehnung, Schmelzung und Verdampfung der Substanzen sind.

Unter Wärme versteht de Lüc die Wirkung des freyen Feuers in andern Substanzen, oder den wirklichen Grad der ausdehnenden Kraft des Feuers. Mit dieser wirklichen ausdehnenden Kraft des Feuers ist die Wärme der Substanzen im Verhältnisse, nicht aber mit seiner Dichtigkeit, d. h. mit seiner Menge in demselben Raume. Denn dieselben verhältnißmäßigen Mengen des Feuers äußern nicht einerley Grad der ausdehnenden Kraft auf alle Substanzen, und bringen also nicht bey ihnen denselben Grad von Wärme hervor. Hierin, sagt er, bestehe eigentlich das vor kurzem entdeckte Phänomen, welches man die verschiedenen Capacitäten für die Wärme genannt habe. Hierbey sucht nun Herr de Lüc aus dem atomistischen Natursystem des Herrn le Sage, welches sich, wie bekannt, bloß auf Stoß und Bewegung gründet, den Satz herzuleiten, daß die ausdehnende Kraft, welche den Grad der Wärme bestimmt, von zwey verschiedenen Umständen abhange, nämlich seiner Menge und seiner Geschwindigkeit der Bewegung, und daß diejenigen Substanzen die meiste Capacität für das Feuer oder für die Wärme haben, oder, um gleich heiß zu werden, die größte Menge Feuer verlangen, in welchen

chen die Feuertheilchen bey ihrer Bewegung durch die Kleinheit oder Form ihrer Poren am öftersten in ihrer Bewegung aufgehalten werden. Da nämlich jedes Theilchen hier weniger Kraft hat, so ist eine größere Menge nöthig, damit sie hier dieselbe totale ausdehnende Kraft äußere, oder denselben Grad der Wärme hervorbringe. Da nun die Luft vom Feuer sehr frey durchdrungen werden kann, so soll sie eine sehr geringe Capacität für das Feuer haben, ob ihr gleich Crawford eine sehr große beylege, welche nämlich 19 mal größer als die Capacität des Wassers sey. Diese Angabe, meynt de Luc, sey auf ganz unrichtigen Vorstellungen der Capacität gegründet; bey den Versuchen müsse man nicht gleiche Gewichte, sondern gleiche Volumina vergleichen. So finde man aus denselben Versuchen die Capacität der Luft ohngefähr um $\frac{1}{43}$ von der Capacität des Wassers, und dieß sey viel zu wenig, um aus den Veränderungen, welche in einer so geringen Capacität vorgehen könnten, mit Crawford die große bey der Verbrennung entstehende Wärme zu erklären.

Das Feuer besitzt eigene Verwandtschaften, und geht dadurch in die Zusammensetzung der meisten Substanzen der drey Classen: der festen, der flüssigen und der elastisch-flüssigen ein. Es tritt wesentlich in die Zusammensetzung aller brennbaren festen Körper, und von ihm rührt die Wärme her, welche durch das Verbrennen hervorgebracht wird. Dieß zeigen die Versuche der Herren Lavoisier und la Place über die Verbrennung der Kohle und des Phosphors. Bey der Verbrennung des Phosphors wird nämlich die dephlogistisirte Luft gänzlich zerstört, bey der der Kohle aber durch die fixe Luft ersetzt.

Auch

Auch wird dadurch bey der erstern das Feuer frey, kömmt zu dem, was der brennende Körper hergibt, hinzu, und die Wärme wird daher in diesem Falle weit stärker, als in dem andern, wo die dephlogistisirte Luft sich nicht zersetzte. Nach den Versuchen der Herren Lavoisier und la Place ist bey einer gleichen Menge dephlogistisirter Luft das Verhältniß der Wärme bey der Verbrennung des Phosphors zu der bey der Kohle, wie 7 zu 3.

Wenn sich die dephlogistisirte Luft durchs Verbrennen zerstört, so bringt der Körper zuerst brennbare Luft hervor. Wenn hingegen die dephlogistisirte Luft nicht zerstört wird, so verbindet sich nun dasjenige, was sonst in die Zusammensetzung der brennbaren Luft kömmt, und was Phlogiston heißt, mit der Luft, und wird dadurch zur fixen Luft. Die Entstehung der entzündbaren Luft in einem brennbaren Körper ist nicht hinreichend, das Verbrennen hervorzubringen; es ist noch nöthig, daß diese Luft, indem sie mit der dephlogistisirten in Berührung kommt, einen größern Grad der Wärme besitze, welchen Herr de Luc nach einem Versuche über die freywillige Entzündung des Baumöls auf den 275sten Grad seiner Skale, oder ungefähr auf 650 Grad Fahrenh. setzt. Wenn dieser Grad von Wärme, den er die brennende Wärme nennt, vorhanden ist, so ist die Erzeugung des Feuers sehr heftig. Herr de Luc vermuthet, daß diese oder auch eine noch größere Wärme, welche in dem brennenden Körper unterhalten wird, eine von den kräftigsten Ursachen zur Erzeugung neuer Wärme sey, weil hier eine Zerstörung der dephlogistisirten Luft, statt ihrer bloßen Verwandlung in fixe, entstehe. Hierdurch wird nun auch eine fortgesetzte Hervorbringung

einer brennbaren Luft, begleitet mit dem nöthigen Grade der Wärme, veranlaßt, welche ſich mit der berührten dephlogiſtiſirten Luft entzündet und zerſetzt. Durch dieſe Zerſetzung verwandeln ſich beyde Luftarten in einen mit freyem Feuer überladenen Waſſerdunſt. Dieſer Dunſt bildet die Flamme; die große Hitze, die ſich erzeugt, rührt von einer großen Menge von plötzlich befreyetem Feuer, und ihre Helligkeit von der Zerſetzung eines Theils dieſes Feuers her. Nachdem der Dunſt ſein Feuer an derjenigen Stelle, welche die Flamme anzeigt, fahren gelaſſen hat, ſo vermiſcht er ſich mit der obern Luft, und erhebt ſich ſchnell mit ihr; die untere Luft folgt alſo nach, und erneuert unaufhörlich dieſelben Wirkungen. Herr de Lüc erläutert dieß durch das Beyſpiel der Argandiſchen Lampe, bey welcher im Innerſten des hohlen Dochts beſtändig eine große Hitze unterhalten wird. Herr Argand brachte über die Flamme ſeiner Lampe einen Helm mit einem langen Schnabel an, und ſammelte durch dieſe Vorrichtung binnen zwey Stunden eine halbe Unze völlig reines Waſſer. Dieß iſt ein offenbarer Beweis, daß ſich die im Innern des Dochts erzeugte brennbare Luft mit der dephlogiſtiſirten wirklich zerſetze, und einen Waſſerdunſt bilde.

Auch die Flüſſigkeit entſteht bloß durch die Wirkung des Feuers, welches ſich in einer gewiſſen Menge mit den Theilen des Körpers verbindet. Wenn ein feſter Körper durch das Feuer flüſſig wird, wie z. B. bey der Schmelzung des Eiſes, ſo kann das Feuer hierbey keine Vermehrung der Wärme hervorbringen, ſondern ſeine einzige Wirkung beſteht in der Verwandlung des feſten Körpers (des Eiſes) in einen flüſſigen (Waſſer). Die Wärme, welche hierbey zum Flüſſigwerden

werden verwendet wird, und folglich für das Thermometer verloren geht, hat Black die verborgene Wärme des Wassers genannt; de Lüc will sie aber lieber verborgenes Feuer nennen. Nach Herrn Lichtenbergs Aeußerung in einem Briefe vom 10ten März 1785. an Herrn de Lüc mag wohl die Menge dieser verborgenen Wärme bey heißem Wasser immer größer werden, weil eine gleiche Menge heißes Wasser weit mehr Tropfen gibt, mithin flüssiger wird, als kaltes. Es ist also wohl nicht zu bezweifeln, daß diejenige Wärme, welche gebraucht wird, das vorhin schon Flüssige noch flüssiger zu machen, eine verborgene werde, oder für das Thermometer verloren gehe. Beym Gefrieren des Wassers zeigt sich hingegen gerade das Gegentheil, indem das verborgene Feuer wieder wirksam wird. Eine kleine Menge Wasser kann aber weit unter dem Gefrierpunkte erkalten, ohne zu gefrieren. Gefriert es aber alsdann durch Berührung, Schütteln u. dergl., so kommt es augenblicklich auf die Temperatur des Gefrierpunkts zurück, und wird folglich wärmer. Diese Wärme ist eine Wirkung des verborgenen Feuers, das die gefrierenden Theile absetzen.

Nach Crawford's Vorstellungen würden sich diese Erscheinungen daher erklären lassen, daß das Wasser mehr specifische Wärme als das Eis besitzt, daß folglich bey der Verwandlung des Eises in Wasser, und bey allen Schmelzungen überhaupt, Wärme verloren gehen muß. Allein Herr de Lüc bestreitet die Crawfordschen Vorstellungen von Capacität, d. h. von Fähigkeit, Feuer zu binden, oder von specifischer Wärme. Zuerst bemerkt er, es sey unsicher, die specifischen Capacitäten der Substanzen aus Versuchen mit

einerley Substanz unter verschiedenen Temperaturen abzuleiten, weil sich sehr wahrscheinlich die specifische Wärme der Körper mit ihrer Temperatur zugleich ändere. Hierauf setzt er hinzu, daß die Capacität, d. h. nach ihm die Menge von Feuer, welche in einer gewissen Substanz nöthig ist, um einen bestimmten Grad der Ausdehnung hervorzubringen, von der Beschaffenheit der Poren der Körper abhange, und bey gleichen Graden der Ausdehnung dennoch verschieden seyn könne; daher sey es irrig, die absoluten Mengen der specifischen Wärme proportional anzunehmen. Uebers dieß setzten alle Crawfordsche Berechnungen, welche sich auf Grade des Thermometers bezögen und deren Unterschiede als absolute Mengen der Wärme betrachteten, voraus, daß man die absoluten Mengen der Wärme in den Körpern kenne, welches gleichwohl der Fall nicht sey; daher auch in dem Gange der Schlüsse, woraus Crawford absolute Wärme zu bestimmen suche, ein irriger Zirkel sey. Man sey durch Braun's Versuch über das Gefrieren des Queckſilbers verleitet worden, zu glauben, daß man die absolute Wärme als noch sehr groß bey den niedrigsten Temperaturen, die wir beobachten können, ansehen müsse; allein die neuern Versuche des Herrn Hutchin's gäben hiervon ganz andere Begriffe. Endlich fügt er noch hinzu, die ganze Vorstellung von Capacität erkläre bloß einen Nebenumstand, und lasse die Hauptfrage, wie und wodurch das eigentliche Schmelzen u. s. f. bewirkt werde, ganz unbeantwortet.

Nach Herrn de Lüc erfolgt das Zerschmelzen der festen Körper vielmehr aus einer chemischen Verbindung des Feuers mit ihren Theilen; die Verminderung der Wärme aber rührt daher, wel das Feuer, welches

welches mit den Körpertheilen chemisch gebunden wird, hierdurch selbst aufhört, zur Wärme beyzutragen. Dieß geschieht wenigstens in allen Fällen, wo das Schmelzen unmittelbar durch die Wärme allein bewirkt wird. In andern Fällen hingegen, wo mehrere chemische Operationen mit im Spiele sind, wie z. B. bey der Mischung von Eis mit Kochsalz, scheint weniger Feuer verloren zu gehen. Die Ursache davon liegt darin, weil das Kochsalz durch seine Auflösung und Zersetzung das in ihm enthaltene Feuer mit hergibt.

Ueberhaupt behauptet Herr de Lüc, daß die meisten Körper verborgenes Feuer enthalten, und daß besonders in den luftförmigen Stoffen das Feuer das fortleitende Fluidum ausmacht. Er bemüht sich, sehr umständlich zu zeigen, daß der Grad der fühlbaren Wärme mehr von der Erzeugung und Zersetzung der luftförmigen flüssigen Stoffe, als von der Capacität der Körper abhange, und daß besonders die reine und brennbare Luft sehr viel Feuer enthalte. Uebrigens leitet er die Unterschiede der Luftarten von den verschiedenen Verwandtschaften ihrer Bestandtheile mit dem Feuer her.

Herr de Lüc f) hat diese seine Theorie noch weiter zu bestätigen, und zugleich den Satz, daß die Sonnenstrahlen an sich nicht warm sind, aus einer Erfahrung des Herrn de Saussüre zu befestigen gesucht. Es war nämlich schon längst bekannt, daß in durch Glasflächen eingeschlossenen Lufträumen vermittelst der Sonnenwärme die einmal frey gewordene Wärme stark

f) Sechster Brief an de la Metherie in Grens Journal der Physik. B. IV. S. 233. f.

ſtark angehäuft werden könne. Daß man aber die Anhäufung der Wärme auf einen ſo hohen Grad bringen kann, als jetzt bekannt iſt, hat man nicht vermuthet. Zuerſt gelang es dem Herrn de Sauſſüre, in einem Kaſten, worin das Sonnenlicht durch drey mit einander parallel geſtellte ebene Gläſer fiel, Waſſer zum Sieden zu bringen, ja ſogar die Hitze noch $17\frac{1}{4}$ Fahrenh. Grade über den Siedpunkt zu treiben. Dieß war im Jahre 1783. durch Briefe bekannt geworden, als Herr Ducarla [g]) in Paris die Beſchreibung einer eigenen hierzu beſtimmten Vorrichtung unter dem Nahmen des Feuerſammlers (collecteur du feu) herausgab, und mit einer eigenen Theorie begleitete.

Des Herrn de Sauſſüre [h]) Einrichtung beſtand aus einem hölzernen Kaſten, der innerlich mit doppelten Korkwänden, die ſchwarz gemacht worden waren und die Dicke Eines Zolls hatten, gefüttert war. Dieſen Kaſten verſchloß er mit drey Scheiben, die ſo über einander angebracht waren, daß zwiſchen denſelben ein Raum von $1\frac{1}{2}$ Zoll übrig blieb. Dieſen kleinen Kaſten, in welchen er ein Thermometer geſtellt hatte, brachte er auf den Gipfel des Cramont, ſetzte ihn daſelbſt den Sonnenſtrahlen aus, und trug Sorge, daß ſie immer den Boden trafen; auch hatte er noch ein anderes Thermometer in einiger Entfernung davon, welches ihm die Temperatur der äußeru Luft anzeigte. Hier fand er die concentrirte Wärme größer, als am Fuße dieſes Berges, ungeachtet hier die Temperatur der Luft + 19°, und oben auf dem Berge nur + 5° Reaum. war.

Aus

g) Journal de Paris 1784. Num. 81. u. Du feu complet. à Paris 1785. 8. imgl. Journal de France vom 1. May 1784.

h) Voyages dans les Alpes. Tom. II. §. 932.

Aus diesem Versuche nimmt nun Herr de Luc einen Beweis her, daß die Sonnenstrahlen an sich nicht warm oder warmmachend sind, sondern nur die Wärmematerie aus den Körpern entwickeln. Wäre, sagt er, das Kästchen, anstatt inwendig mit geschwärztem Kork überzogen zu seyn, von Spiegelglas gewesen, so würden die reflektirten Strahlen nun wieder durch das Glas zurückgegangen seyn, und man würde wenig Wärme im Innern des Kästchens gefunden haben. Das Fluidum also, welches unmittelbar Wärme hervorbringt, zeigt nicht mehr dieselben Eigenschaften, die die Sonnenstrahlen zeigen. Wenn diese in das geschwärzte Kästchen kommen, so verändern sie daselbst ihre Natur, und können nun nicht mehr frey durch das Glas gehen; sie bleiben in diesem Raume eingeschlossen, und es entsteht daselbst eine Wärme, welche sie außer demselben nicht hervorbringen konnten. Es entsteht durch ihre Verbindung mit einer andern Substanz ein neues Fluidum, das in dem Kästchen zurückgehalten wird und das Thermometer ausdehnt, so wie es auch, nur langsamer, das Glas und die Wände des Kästchens durchdringt. Nimmt man aber die Substanz hinweg, in welcher die Sonnenstrahlen so combinirt werden können, und substituirt eine andere, die sie in ihrem vorigen Zustande läßt, so gehen sie unverändert zurück, und durchdringen das Glas ohne Widerstand. Hieraus erhellet, daß das Licht, indem es warmmachend wird, sich mit einer andern Substanz verbinden, und dadurch seiner vorigen unterscheidenden Kraftäußerungen beraubt werden müsse.

Des Herrn Ducarla Wärmesammler besteht aus einer beliebigen Anzahl gläserner Glocken oder

Cylinder, welche ſich oben in Halbkugeln endigen, und durchſichtig, ſtrahlenbrechend und ſo dünn als möglich ſeyn müſſen. Die Halbmeſſer dieſer Glocken werden ſtufenweiſe immer um drey Linien größer, z. B. der Halbmeſſer der innerſten hat 36, der der zweyten 39, der der dritten 42 Linien u. ſ. f. Eben ſo nehmen auch die Höhen des cylindriſchen Theils dieſer Glocken zu, z. B. die Höhe der innerſten iſt 3, die der zweyten 6, die der dritten 9 Linien u. ſ. f.

Alle Glocken ſtehen auf einem hohlen, ſchwarzen und undurchſichtigen, gerade in der Mitte ſeiner Achſe abgekürzten geraden Kegel. Die kleine Grundfläche des Kegels iſt im Halbmeſſer um 3 Linien kleiner, als die Grundfläche der kleinſten Glocke. Die größere Grundfläche hat 3 Linien mehr, als die der größten Glocke. Außer dieſen weſentlichen Theilen hat Ducarla die Vorrichtung mit einigen zufälligen verſehen, z. B. mit Kappen, Deckeln, einer maſſiven ſchwarzen Halbkugel, welche auf die kleinere Grundfläche des abgekürzten Kegels zu liegen kommt, und einem Büffonſchen Planſpiegelſyſtem. Von Norden nach Süden zu läßt er eine kleine Gallerie durch alle Glocken hindurch gehen, welche bis an die maſſive Halbkugel reicht, und ſo viel Oeffnungen beſitzt, als ſie faſſen kann. In dieſe Gallerie werden diejenigen Dinge gebracht, welche man durch den Apparat ſchmelzen, calciniren und ſublimiren will.

Nach Herrn Ducarla's Behauptung iſt dieſer Apparat im Stande, wenn er dem Sonnenlichte an einem ſchönen Frühlingstage ausgeſetzt wird, einen Keſſel voll Eiſen, von mehr als 1 Toiſe im Durchmeſſer, in Fluß zu bringen. Durch dieſe Vorrichtung wird aber nicht allein diejenige Wärme geſammelt, welche

welche durch das Sonnenlicht erwärmt wird, sondern auch diejenige, welche durch die strahlende Hitze brennender Substanzen hervorgebracht wird. So läßt sie sich bey chemischen Oefen und Manufakturen, welche große Feuerung verlangen, mit großer Ersparniß der brennbaren Materialien gebrauchen. Bey der gewöhnlichen Art, das Ofenfeuer anzubringen, geht von der ganzen physischen Wirkung desselben außerordentlich viel verloren, ohne die Materien, welche man dem Feuer aussetzen will, wirklich anzugreifen. Man muß also diesen Verlust so viel möglich einzuschränken suchen, indem man den Ofen isolirt, d. h. indem man ihn sowohl von der Atmosphäre als von der Erde durch angebrachte dünne Hüllen absondert, welche abwechselnd aus einer sehr dichten und dünnen Materie bestehen. Diese Hüllen können auch aus undurchsichtigen Materien bestehen, wenn man bloß die Absicht hat, die strahlende Hitze zusammenzuhalten; nur muß man ihnen Oeffnungen geben, um den zur Feuerung nöthigen Luftzug zu unterhalten.

Die Theorie dieses Wärmesammlers leitet Ducarla aus diesem einzigen Satze ab, daß sich die Wärme der Flächen, an welchen sich zwey verschiedene Mittel berühren, im Verhältnisse der Dichtigkeit dieser Mittel mittheile. Weil nun das Glas etwa 2000 mal mehr Dichtigkeit besitzt, als die Luft, so kann man annehmen, daß bey gleicher Temperatur das Glas in demselben Raume eine 2000 mal größere Wärmemenge, als die Luft, enthalte. Wenn daher Wärme von einer Fläche, wo sich Glas und Luft berühren, mitgetheilt wird, so gibt jenes dieser 2000 Grade, indem es nur einen Verlust von 1 Grad erleidet; dagegen theilt die Luft dem Glase nur $\frac{1}{2000}$

Grad mit, wenn ſie 1 Grad verliert. Der beſchriebene Wärmeſammler nimmt nun eben ſo viel Wärme an, als ob er ganz aus Glas beſtünde, weil ſeine ganze Maſſe aus 2000 Theilen Glas und nur 1 Theil Luft beſteht. Dagegen erleidet er einen eben ſo kleinen Widerſtand, als ob er aus Luft beſtünde, weil er in Rückſicht der Räume zwiſchen den gläſernen Glocken wirklich aus Luft beſteht. Alſo wird die Mittheilung ſeiner Wärme an die äußere Luft 2000 mal geringer ſeyn, als wenn er ganz aus Glas zuſammengeſetzt wäre, oder welches daſſelbe iſt, die abwechſelnden Glasglocken und die Luft berühren ſich in 2000 mal wenigern Punkten, als wenn die ganze Vorrichtung durchaus aus maſſivem Glaſe beſtünde. Demnach hat die ganze Wärmemenge 2000 mal weniger Wege, ſich von der Mitte nach der Oberfläche fortzupflanzen.

Auch Herr Gren behauptete eine eigene Wärmematerie, und hielt ſie für eine von der Lichtmaterie weſentlich verſchiedene Materie [1]). Aus der ſehr oft ſtatt findenden Coexiſtenz des Lichts mit Wärmeſtoff, ſagt er, folge nicht ihre Identität; folge nicht, daß auch der Wärmeſtoff die alleinige Urſache des Leuchtens ſey. Der Wärmeſtoff afficire nur unſer Gemeingefühl, das Licht nur unſer Geſicht; beyde müßten alſo weſentlich verſchieden ſeyn, wie es auch ihre Erſcheinungen und Geſetze wären, die ſie befolgten. Wäre das Licht ſehr verdichteter Wärmeſtoff, ſo müßte nach einer ganz natürlichen Folge bey jedem Leuchten eine hohe Temperatur zugegen ſeyn, wogegen doch die Erfahrung ſpreche. Das Licht aber ſonſt für eine Modifikation des

1) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 800.

des Wärmestoffs zu erklären, ohne eine modificirende Ursache anzunehmen, hieße Wirkung ohne Ursache behaupten.

Unter dem Nahmen der unmerkbaren Wärmematerie versteht Herr Gren diejenige Quantität des Wärmestoffs, welche bey ihrer Verbindung mit den Körpern auf die Aenderung und Erhaltung ihres Zustandes verwandt, und dadurch ihrer Strahlung, so wie ihrer Wirkung auf unser Gefühl und aufs Thermometer beraubt wird. Diese unmerkbare Wärmematerie theilt er wiederum in adhärirende und chemisch gebundene. Diejenige nämlich, welche auf Hervorbringung des flüssigen und des dampfförmigen Zustandes verwandt wird, ist mit der Substanz der Körper nur so schwach verbunden, daß sie bloß durch mechanische Mittel, durch bloße Berührung kälterer Körper, davon getrennt werden kann. Diese nennt er daher adhärirende oder, mit Pictet, latente Wärmemateric. Diejenige hingegen, welche den permanent elastischen Zustand hervorbringt, und die Luftarten bildet, verbindet sich mit ihrer Basis so fest, daß sie davon nur allein durch chemische Verwandtschaft, nicht aber durch bloß mechanische Zusammendrückung oder durch niedrigere Temperatur getrennt werden kann. Diese ist demnach chemisch gebundene Wärmemateric.

Wenn es nun aber eine wirkliche Wärmemateric gibt, so konnte man ihr auch wohl die Eigenschaft der Schwere beylegen. Indessen ist doch gestritten worden, ob der Wärmestoff schwer ist, oder nicht. Neuere Versuche von Fordyce [k]) schienen

zu

k) Philosoph. Transact. Vol. XXXV. 1785. P. II. n. 21. und Gothaisch. Magazin. B. IV. St. 4. S. 49. f.

zu beſtätigen, daß der Beytritt der Wärmematerie das Gewicht der Körper vermindere, daß ſie mithin negativ ſchwer wäre. Dieſer fand nämlich nicht nur Gold bey ſtarker Erhitzung leichter, als ſonſt, ſondern er nahm auch an 1700 Gran Waſſer, die er in einem hermetiſch verſchloſſenen Gefäße, bey einer Temperatur von 32 Grad Fahrenh., zu Eis frieren ließ, bey der Gefrierung eine Gewichtszunahme von $\frac{1}{16}$ Gran wahr. Dieſen nämlichen Verſuch haben de Morveau und Chauſſier zu Dijon [1]) mit gleichem Erfolge wiederholt, auch 2 Pfund Vitriolöl gefroren um 3 Gran ſchwerer, als im flüſſigen Zuſtande, gefunden.

Dieſen Verſuchen zu Folge hatte Gren, welcher damals das phlogiſtiſche Syſtem kräftig zu vertheidigen ſuchte, und die Exiſtenz des Phlogiſtons retten wollte, angenommen, daß der Wärmeſtoff nicht allein ganz ohne Schwere, ſondern daß er ſogar abſolut leicht ſey, oder daß er von der Erde abwärts zu gehen ein Beſtreben habe, und eine Verminderung des Gewichts der Körper durch ſeinen Beytritt verurſache. In der Folge hat er zwar dieſe Idee von der negativen Schwere des Wärmeſtoffs aufgegeben, aber doch immer noch behauptet, daß der Beytritt des Wärmeſtoffs eine Verminderung des Gewichts der Körper verurſache, wenn er gebunden oder latent gemacht werde. Denn, ſagt er, wenn der Wärmeſtoff in den Körpern durch die Cohärenz mit ihren Theilen zum unmerkbaren, und ſo ſeine urſprüngliche Expanſivkraft ruhig gemacht wird, ſo hebt er auch dagegen die Schwerkraft der Theilchen, mit welchen er verbunden wird, auf,

1) Journal de phyſique. Oct. 1785.

auf, und bewirkt solchergestalt eine Abnahme des Gewichts des ganzen Körpers. Bey erhitzten Körpern sey freylich die Abnahme ihres Gewichts zum Theil von der Zunahme ihres Volumens abzuleiten, wodurch nun ihr respektives Gewicht beym Wägen in der Luft kleiner werden müsse. Indessen sey bey mehreren Körpern diese Rarefaktion derselben nicht groß genug, um daraus die Gewichtsabnahme allein erklären zu können. Es sey lächerlich, sie aus der Verdünnung der Luft umher ableiten zu wollen, da diese offenbar die Vermehrung des respektiven Gewichts hervorbringen müßte. Was es außer allem Zweifel setze, daß der Wärmestoff durch seine Verbindung mit dem schweren Stoffe das Gewicht desselben vermindern könne, sey die Erfahrung, daß bey gleichem Volumen und gleicher Temperatur des Ganzen das Gewicht abnehme, wenn freyer Wärmestoff latent werde, und zunehme, wenn der latente Wärmestoff wieder abgeschieden werde. Er beruft sich hierbey auf die Versuche, besonders des Herrn Eimbke [m]). Dieser wog nämlich glühende Glascylinder, welche er, um die Ausdehnung der umgebenden Luft zu verhüten, in eine mit Messingblech ausgefütterte Kapsel von Lindenholz einschloß. Den ganzen Apparat kalt gewogen fand er allemal etwas schwerer, als wenn der Glascylinder darin glühend war. Bey einem Cylinder von $374\frac{13}{16}$ Gran und einer Kapsel von 3 Unzen $18\frac{1}{2}$ Gran betrug der Unterschied $\frac{1}{4}$ Gran; bey einem Cylinder von 1 Unze 450 Gran mit der vorigen Kapsel war der Unterschied $\frac{31}{32}$ Gran; bey einem Cylinder von 2 Unzen $37\frac{1}{2}$ Gran und abermals der vorigen Kapsel fand er den Unter-

m) Versuche über den Wärmestoff, in Grens Journal der Physik. Bd. VII. S. 30. f.

Unterſchied $2\frac{5}{8}$ Gran. Ferner brachte er 1 Unze ungelöſchten Kalk und 1 Unze Waſſer in ein Medicinalglas, verſtopfte es ſorgfältig, und wog es, ehe ſich der Kalk löſchte. Hierauf brachte er durch Schütteln das Löſchen des Kalks zuwege, und bemerkte nach dem Erkalten eine Gewichtszunahme von $\frac{1}{16}$ Gran, und nach Verlauf eines halben Tags, da die Maſſe ganz hart geworden war, eine von $\frac{3}{16}$ Gran. Nach einem andern Verſuche bey 1 Unze Kalk und $1\frac{1}{2}$ Unze Waſſer fand ſich dieſelbe Gewichtszunahme, es ſtand aber noch $\frac{1}{2}$ Unze Waſſer uneingeſogen über dem Kalke. Um mit völlig reinem ausgeglühetem Kalke Verſuche anzuſtellen, wurden 2 Unzen Waſſer mit einer Scheibe von geſchmolzenem Schweinfette überzogen, 1 Unze reiner ätzender Kalk auf das Fett gebracht, und dieſes Alles gewogen. Nun ward die Fettſcheibe durchs Schütteln zerbrochen, worauf augenblicklich das Löſchen erfolgte. Nach Einer Stunde ergab ſich eine Gewichtszunahme von $\frac{1}{4}$ Gran, den andern Morgen von $\frac{3}{16}$ Gran. Der Verſuch ward wiederholt, und um manometriſchen Wirkungen der Luft auszuweichen, ein eben ſo großes leeres Glas als Gegengewicht gebraucht. Am andern Morgen fand ſich eine Gewichtszunahme von 0,43 Gran. Endlich übergoß Herr Eimbke eine Menge getrockneter Erbſen in einem Glaſe mit 2 Unzen Waſſer, verſchloß das Glas wie gewöhnlich, und wog es gegen ein zugekittetes leeres Glas. Nach 24 Stunden, da beynahe alles verſchwunden war, fand ſich eine Gewichtszunahme von 0,29 Gran. Nach Herrn Gren's Bemerkung hat dieſen Verſuch ſchon Friedrich Hoffmann angeſtellt, und die Zunahme des Gewichts wird hier dem Entweichen des Wärmeſtoffs, welcher vorher den Zuſtand des flüſſigen Waſſers bewirkte, zugeſchrieben.

Allein

Allein Herr Hindenburg n) hatte bereits die Vorstellung von einer negativen Schwere des Wärmestoffs sehr gründlich bestritten, und gezeigt, daß so schwankende Versuche gar nichts dafür beweisen könnten. Indessen führt Herr Pictet o) über das Aufsteigen der Wärme einen merkwürdigen Versuch an. Er erhitzte im luftleeren Raume die Mitte eines Messingstabes durch ein Brennglas, und fand, daß allemal das obere Ende schneller und stärker erwärmt war, als das untere, welches Ende auch nach oben gekehrt seyn mochte. Pictet scheint daher ebenfalls geneigt, der Wärme ein Bestreben abwärts, von der Erde zu entfliehen, beyzulegen. Auch Herr Achard p) hat einige Versuche über das Aufwärtssteigen der Wärme angestellt. Er stellte mehrere Thermometer über einander, und brachte zwischen ihnen heiße Kugeln oder verschlossene Gefäße mit warmem Wasser; hier fand er beständig das obere Thermometer stärker erwärmt, als das untere. Hieraus schließt er mit Lambert, daß der Wärmestoff specifisch leichter, nicht aber, daß er absolut leicht sey. Herrn de Lüc's Gedanken über die Leichtigkeit des Feuers, welche er bey Gelegenheit des eben angeführten Pictetschen Versuchs angeführt hat q), sind folgende. Zuerst bemerkt er, daß man solche Phänomene eines unerwarteten Aufsteigens der Stoffe

n) Progr. quo ostenditur, calorem et phlogiston non esse materias absolute leves. Lipsi. 1790. 4.

o) Pictets Versuch über das Feuer. Aus dem Franz. Tübing. 1790. 8.

p) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. depuis l'avénement de *Fred. Guill.* II. au trône à 1788 et 1789. Berl. 1793.

q) Zehnter Brief an de la Metherie aus *Rozier* journal de phys. Nov. 1790. übersetzt in Grens Journal der Physik. B. V. S. 460. f.

Stoffe ohne bekannte Urſache nicht gleich für Anzeigen eines Emporſteigens annehmen müſſe, weil ſich dergleichen in mehreren Fällen zeigen, und aus beſondern Urſachen erklären laſſen. So habe er z. B. an einer ſilbernen vergoldeten Spiralfeder ſeiner Hygrometer ein ſolches unerwartetes Aufſteigen des Waſſers beobachtet, bey genauerer Unterſuchung aber die Urſache davon gar bald in der Adhäſion der Waſſertheilchen entdeckt. Er glaubt gewiß, daß ſich die Urſache des von Herrn Pictet beobachteten Phänomens ebenfalls werde entdecken laſſen; allein auch ohne dieſe Entdeckung hält er es für natürlicher, dabey eine eigenthümliche Urſache zu vermuthen, als eines einzigen Phänomens wegen, bey dem mehrere Urſachen zugleich ſtatt finden können, dem Feuer abſolute Leichtigkeit zuzuſchreiben. Da er die Sonnenwärme nicht als die unmittelbare Urſache der Wärme anſieht, ſo glaubt er, die Erde würde gar keine Wärme behalten können, wenn das von der Sonnenwärme erregte Feuer ſeiner Natur nach die Erde zu verlaſſen ſtrebte. Als expanſible Flüſſigkeit habe das Feuer ein Beſtreben, ſich nach allen Seiten auszubreiten; es ſey aber auch, wie alle andere atmoſphäriſche Flüſſigkeiten, gegen die Erde ſchwer, und folge daher bey ſeiner Verbreitung in der Atmoſphäre den allgemeinen Geſetzen elaſtiſcher Stoffe. Die einzige Subſtanz, welche unſere Erde verlaſſen könne, ſey das Licht, nicht als ob daſſelbe nicht ſchwer ſey, ſondern bloß wegen der Eigenſchaft ſeiner Theilchen, ſich in geraden Linien zu bewegen. Wenn die Theilchen der übrigen expanſibeln Flüſſigkeiten dieſelbe Eigenſchaft beſäßen, ſo würde unſere Erde gar keine Atmoſphäre haben. So aber änderten ſie ihre Richtung unaufhörlich, und da die Gravitation ſie retardire, ſo blieben ſie auf ſolche Art bey der Erde zurück.

zurück. Uebrigens beruhen alle seine Erklärungen auf das atomistisch-mechanische System des Herrn le Sage.

Herr Graf von Rumford r) hat über die streitige Frage, ob der Wärmestoff wirklich absolut leicht sey, oder nicht? einige Untersuchungen angestellt, und besonders die von Fordyce angeführten Versuche wiederholt. Er hatte hiezu eine vortreffliche Wage, welche dem verstorbenen Churfürsten von Bayern zugehörte, und nahm aus einer Menge von sehr dünn geblasenen sogenannten Florentiner Flaschen zwey, welche in allen Stücken einander so gleich waren, daß man sie schwer von einander unterscheiden konnte.

In die eine Flasche A goß er 4107,86 Gran Troygewicht reines destillirtes Wasser, in die andere B ein gleiches Gewicht schwachen Weingeist. Nachdem er sie hermetisch verschlossen und vollkommen rein und trocken abgewischt hatte, hing er sie an die Arme der Wage, und stellte diese in eine große Stube, deren Luft durch beständiges Heitzen schon mehrere Wochen lang so viel möglich immer in der Temperatur von 60° Fahrenh. war erhalten worden. Die Flaschen blieben hier ruhig an der Wage hangen, bis sie dieselbe Temperatur angenommen haben konnten; dann wischte er sie von neuem mit einem reinen und trockenen Kammertuche recht gut ab, und brachte sie in das genaueste Gleichgewicht.

Den

r) Philosoph. Transact. for the year 1799. übersetzt in Graf Rumford's kleinen Schriften a. d. Französisch. B. IV. Abth. II. Weimar 1805. S. 553. f.

Den Apparat ließ er ſodann noch 12 Stunden in dieſer Stube ſtehen, und da ſich nicht die geringſte Aenderung zeigte, brachte er ihn in eine große unbewohnte Stube, die nach Norden lag, deren vollkommen ruhige Luft die Temperatur von 29° Fahrenheit hatte, und ließ hier die Flaſchen bey verſchloſſener Thüre ganz ungeſtört 48 Stunden an der Wage hängen. Nach dieſer Zeit fand er zu ſeinem Erſtaunen, daß die Flaſche A ein ſehr merkliches Uebergewicht hatte. Ihr Waſſer war zu einer feſten Maſſe gefroren: der Weingeiſt zeigte aber keine Spur von Froſt. Nachdem er das Gleichgewicht wieder hergeſtellt hatte, fand er, daß die Flaſche A um den $\frac{1}{3679}$ten Theil ihres anfänglichen Gewichts zugenommen hatte. Hierauf brachte er die beyden an der Wage hangenden Flaſchen wieder in die 60° warme Stube. Als das Eis der Flaſche A gänzlich aufgethauet war, und beyde Flaſchen die Temperatur der umgebenden Luft angenommen hatten, wiſchte er ſie wieder recht rein und trocken ab, und fand nun, daß ſie jetzt eben ſo viel wogen, als zu Anfange des Verſuchs. Durch Wiederholung dieſes Verſuchs ward er aber auf den Erfolg mißtrauiſch. Er entſchloß ſich daher, denſelben noch einmal auf eine verbeſſerte Art zu wiederholen. Vorausgeſetzt, wie es die Verſuche Fordyce's und ſeine obigen zu beweiſen ſchienen, daß die Flüſſigkeiten beym Gefrieren eine Gewichtsvermehrung erleiden; ſo ließ ſich die Urſache dieſer Erſcheinung in nichts anderm ſuchen, als in dem Verluſte der großen Quantität latenter Wärme, welche beym Gefrieren aus dem Waſſer entweicht. Daher müßte nothwendig die Vermehrung der latenten Wärme in allen Körpern und in allen Fällen ihr Gewicht vermindern. Um nun dieſes zu entſcheiden, ſtellte der Graf folgende Verſuche an.

an. Er nahm wieder zwey sich völlig gleiche Flaschen von der vorerwähnten Art, goß in die eine 4012,46 Gran Wasser, in die andere ein gleiches Gewicht Queckſilber, verſiegelte ſie hermetiſch, hing ſie an beyde Arme der Wage, und ließ ſie die Temperatur ſeiner 61° warmen Stube annehmen. Dann brachte er ſie in das vollkommenſte Gleichgewicht, und verſetzte den Apparat in ein Zimmer von 34° Temperatur, wo er 24 Stunden lang ſtehen blieb. Keine der beyden Flaſchen zeigte die geringſte Vermehrung oder Abnahme ihres Gewichts. Hier war es ausgemacht, daß die Quantität Wärme, welche das Waſſer verlor, viel beträchtlicher war, als die aus dem Queckſilber entwichene, und doch veranlaßte dieſer Unterſchied des Wärmeverluſts nicht die geringſte Verſchiedenheit in den Gewichten dieſer beyden Flüſſigkeiten. Dadurch wurde er in dem Verdachte beſtärkt, daß die vorhin beobachtete ſcheinbare Gewichtsvermehrung des gefrornen Waſſers entweder daher rühre, daß an die Oberfläche der Flaſche A ſich eine größere Quantität Feuchtigkeit feſtgeſetzt hatte, als an die der Flaſche B; oder daß durch eine Verſchiedenheit in der Temperatur der beyden Flaſchen ein oder mehrere vertikale Ströme in der ſie umgebenden Luft hervorgebracht wurden.

Nun nahm der Graf drey Flaſchen A, B, C, die ſich völlig gleich waren; in die erſte A goß er 4214,28 Gran Waſſer, und brachte in ihr ein kleines Thermometer ſo an, daß die Kugel deſſelben in der Mitte des Waſſers ſchwebte; in die zweyte B wurde ein gleiches Gewicht Weingeiſt und ein eben ſolches Thermometer, und in die Flaſche C ein gleiches Gewicht Queckſilber gethan. Dieſe Flaſchen wurden zugeſchmolzen und in einen Winkel einer großen Stube von

60° Fahrenh. geſtellt, wo die Luft völlig ruhig war. Hier blieben ſie über 24 Stunden ruhig ſtehen. Da die in A und B eingeſchloſſenen Thermometer genau dieſelbe Temperatur zeigten, ſo wiſchte er nun die Flaſchen recht rein und trocken ab, und ließ ſie ſo noch einige Stunden länger ſtehen, damit die Luft der Stube die vielleicht durchs Abwiſchen in ihnen entſtandene Ungleichheit der Wärme oder der anſitzenden Feuchtigkeit wieder heben konnte. Die Flaſchen wurden nachher gewogen, ihr Gewicht unter einander genau gleich gemacht, indem man an den Hals der leichtern etwas feinen Silberdrath befeſtigte, und nun in die Stube von 30° Fahrenh. gebracht, wo ſie 48 Stunden ungeſtört ſtehen blieben. Die Flaſchen A und B hingen an den Armen der Wage, und die Flaſche C hing dicht bey der Wage in derſelben Höhe in einem Ständer, und neben ihr ein ſehr empfindliches Thermometer.

Nach Verlauf dieſer Zeit öffnete er ſehr behutſam die Thür und fand zu ſeiner Freude, daß alle drey Thermometer, nämlich das in der Flaſche A, welches nun in Eis eingeſchloſſen war, das in der Flaſche B und das frey in der Stube hangende, auf demſelben Punkte, nämlich auf 29° Fahrenh., ſtanden, und daß die Flaſchen A und B im genaueſten Gleichgewichte waren. Zugleich unterſuchte er das Spiel der Wage, und fand bey einer leiſen Berührung, daß ſie ſich nicht allein mit der vollkommenſten Freyheit bewegen konnte, ſondern daß ſie auch nach erlangter Ruhe wieder völlig ins Gleichgewicht kam. Als er die Flaſche B von der Wage abnahm, und ſtatt ihrer die Flaſche C anhing, zeigte ſich auch bey dieſer daſſelbe Gewicht, das ſie zu Anfange des Verſuchs hatte,

hatte, und sie stand mit der Flasche A im völligen Gleichgewichte.

Wog er hingegen die Flaschen dann, wenn die in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten nicht genau einerley Temperatur besaßen, so zeigte sich oft eine Zu- und Abnahme ihres Gewichts. Diese Erscheinung rührte also von der verschiedenen Quantität Feuchtigkeit her, die sich an ihre Oberfläche festgesetzt hatte; oder von beyden Ursachen gemeinschaftlich. Hieraus schließt nun der Graf ganz richtig, daß, wenn auch die Wärme ein von dem erhitzten Körper verschiedener Stoff seyn sollte, dieser doch so fein und dünn wäre, daß sein Einfluß auf das Gewicht nicht durch Versuche zu entdecken sey.

Unter noch mehreren andern Versuchen, welche der Graf angestellt hatte, befanden sich wenigstens zwey oder drey, welche entscheidende Resultate zu geben schienen. Hiernach glaubt er annehmen zu dürfen, daß die meisten Versuche, aus derem Erfolge die meisten Physiker ihre Meynung in Hinsicht auf die Ponderabilität der Wärme bildeten, so angestellt wurden, daß man den nämlichen Körper in verschiedenen Temperaturen wog. Auf diese Art habe man solide Metallkugeln, z. B. Kanonenkugeln, häufig gewogen, erst, wenn sie kalt, und nachher, wenn sie glühend waren, und aus dem scheinbaren Unterschiede des Gewichts in diesen beyden Fällen Schlüsse in Rücksicht auf das Gewicht oder die Leichtigkeit der Wärme gezogen. Allein wären auch die zahllosen Ursachen des Irrthums bey diesen schwierigsten aller Versuche weniger sichtbar gewesen, als sie wirklich sind, so seyen auch die Resultate derselben, welche durch verschiedene Personen unternommen worden, so verschieden

und widerſprechend ausgefallen, daß man durchaus nichts auf ſie zu bauen im Stande ſey.

Wenn ein erhitzter Körper in der Luft an den Arm eines Wagebalkens aufgehängt werde, um ihn zu wägen, ſo verurſache, da er unaufhörlich der mit ihm in Berührung ſtehenden Flüſſigkeit Wärme abgebe, dieſe Mittheilung einen ſtarken aufſteigenden Luftſtrom über und zu den Seiten des Körpers, welcher dann nicht fehlen könne, Einfluß auf das Reſultat des Verſuchs zu äußern, und die daraus gezogenen Schlüſſe trüglich zu machen. Um dieſe Irrthümer zu vermeiden, ſtellte der Graf folgenden Verſuch an:

Der zu wägende heiße Körper, welcher eine kleine, metallene, bis zum Glühen erhitzte Kugel war, wurde in einer kleinen hemiſphäriſchen Porzellanſchale, welche einen dünnen, etwa 1 Zoll hohen Fuß oder Geſtelle hatte, auf die Wagſchaale gelegt. Dieſe Schaale von Porzellan wurde ſodann, wenn die heiße Kugel hineingebracht war, mit einer porzellanenen Kaffee-Obertaſſe bedeckt, welche, ohne die Kugel zu berühren, die erwärmte ſie umgebende Luft einſchloß. Dieſe Oberſchaale und die Unterſchaale wurden ſehr genau durch entgegengeſetzte Gewichte in der andern Wagſchaale abgewogen, ehe man die Kugel hineinthat.

Der nachfolgende Verſuch wurde zu München am 20ſten April 1785. angeſtellt; das Wetter war wolkig mit untermiſchtem Sonnenſchein, das Thermometer im Zimmer 52° Fahrenh. und das Barometer 26 Zoll 4 Linien Pariſ. Maaß.

Nach 12 Uhr wurde eine kleine Kugel von gegoſſenem Eiſen, nachdem ſie wohl gewaſchen und

mit

mit Sand abgescheuert worden, hierauf aber völlig getrocknet worden war, in einem reinlichen Porzellangefäße mitten in eine Mischung von gestoßenem Eis und Seesalz gestellt, bis sie die Temperatur von 25° Fahrenheit erlangte, worauf sie sorgfältig gewogen wurde. Ihr Gewicht betrug $773\frac{15}{64}$ Gran Troygewicht.

Dieselbe Kugel wurde um 1 Uhr 30 Minuten, nachdem sie 30 Minuten lang in einem reinen trockenen Porzellangefäße in eine Sandkapelle in die Temperatur von 212° Fahrenh., oder die des kochenden Wassers, gebracht worden war, wieder gewogen, als sie noch heiß war, und hier fand sich, daß sie nicht mehr als $773\frac{5}{64}$ Gran Troygewicht wog.

Um 2 Uhr, nachdem die Kugel 15 Minuten in einem reinen hessischen Schmelztiegel wohl bedeckt der Hitze eines starken Holzkohlenfeuers ausgesetzt und durchaus glühend geworden war, wog sie $773\frac{13}{64}$ Gran.

Als die Kugel noch glühend war, wurde sie wieder in den Tiegel gethan, und noch einmal dem Feuer ausgesetzt, welches jetzt sehr hell brannte. Um 2 Uhr 20 Minut. war sie bis zum Weißglühen gekommen, und gab Zeichen von Schmelzung, da sich kleine Blasen auf ihrer Oberfläche erhoben. In diesem Zustande wurde sie aus dem Feuer genommen, und sehr sorgfältig 16 mal gewogen, wo ihr Gewicht folgendes war:

Abwägezeit	gefundenes Gewicht
Um 2 Uhr 20 Min.	$773\frac{3}{64}$
- 2 - 21 -	$773\frac{23}{64}$
- 2 - 23 -	$773\frac{13}{64}$

Abwägezeit					gefundenes Gewicht
Um	2 Uhr	26	Min.	-	$773\frac{61}{64}$
-	2 -	29	-	-	$773\frac{3}{64}$
-	2 -	32	-	-	$773\frac{15}{64}$
-	2 -	43	-	-	$773\frac{63}{64}$
-	2 -	46	-	-	$773\frac{7}{64}$
-	2 -	49	-	-	$774\frac{11}{64}$
-	2 -	52	-	-	$774\frac{13}{64}$
-	2 -	56	-	-	$774\frac{19}{64}$
-	2 -	58	-	-	$774\frac{23}{64}$
-	3 -	1	-	-	$774\frac{25}{64}$
-	3 -	18	-	-	$774\frac{39}{64}$
-	3 -	25	-	-	$774\frac{34}{64}$
-	6 -	15	-	-	$774\frac{61}{64}$

Gleich nach dem letztern Wägen ſchien der ganze Apparat die Lufttemperatur des Zimmers, 60° Fahrenh., angenommen zu haben. Jetzt nahm man die Kugel weg, und wog die Porzellangefäße wieder, wo ſie während des Verſuchs $\frac{1}{4}$ Gran am Gewichte verloren zu haben ſchienen.

Dieſen ſcheinbaren Verluſt konnte er keiner andern Urſache zuſchreiben, als dem innigen Austrocknen der Schaalen durch die heiße Kugel, und dem Trocknen der ſeidenen Fäden, wodurch die die Gewichte enthaltenden Wagſchaalen am Arme der Wage getragen wurden.

Dieſes Gewicht $= \frac{1}{4}$ Gran, welches erfordert wurde, um die Wagſchaalen am Ende des Verſuchs wieder ins Gleichgewicht zu ſetzen, zu dem ſcheinbaren Gewicht der Kugel um 6 Uhr 15 Min. $= 774\frac{61}{64}$ addirt, ſcheint ihr wahres Gewicht $775\frac{13}{64}$ Gran geweſen zu ſeyn.

Da

Da das Gewicht der Kugel um 1 Uhr 30 Minuten nicht mehr als 773$\frac{5}{8}$ Gran betragen hatte, so schien es, daß das Eisen hier durchs Glühen eine Gewichtszunahme von 2$\frac{1}{8}$ Gran erhalten habe.

Diese Zunahme entstand ohne Zweifel aus der partiellen Oxydation des Eisens. Sie entsprang sicher nicht von der Wärme, denn das Gewicht blieb, nachdem die Kugel kalt geworden war.

Herr Gren hatte endlich das dynamische System angenommen, und hiemit seine Idee gänzlich aufgegeben, daß der Beytritt des Wärmestoffs die Körper leichter mache. Vielmehr behauptete er, daß der Wärmestoff eine rein expansible Flüssigkeit sey, d. h. eine solche, deren Theile bloß der ausdehnenden Kraft, und keiner andern Kraft, folgen. So strömen, sagt er, die Wärmestofftheilchen mit dem Lichte von der Sonne nach allen Richtungen aus, ohne durch Schwere an die Sonne gefesselt zu seyn, und so gehen sie von der Erde da, wo sie frey in ihrer Expansivkraft thätig zu werden anfangen, nach allen Richtungen, ohne gegen den Mittelpunkt der Erde zu gravitiren. Daher können sie nicht, wie die schwere Luft, um die Erde herum eine bleibende Atmosphäre bilden. Da also der Wärmestoff nicht schwer ist, so können auch seine Quantitäten durchs Gewicht gar nicht bestimmt werden, und seine Vermehrung und Verminderung in den Körpern könne, wie auch die Erfahrung lehre, das Gewicht der Körper weder vermehren noch vermindern. Der Wärmestoff sey demnach als imponderable Substanz zu betrachten. Auch sey er ursprünglich expansibel; denn wir kennten keine Substanz, und keine einzige Erfahrung zeige uns eine solche, von welcher wir die Expansibilität des Wärmestoffs

meſtoffs ableiten könnten. Der Wärmeſtoff müßte ſich alſo von dem Orte aus, wo er frey werde, ins Unendliche verbreiten, und ſeine Dichtigkeit, mithin ſeine Expanſivkraft und ſeine Kräfteäußerung, müßte dadurch Null werden, weil er ſeiner Verbreitung durch ſich ſelbſt und durch ſeine eigene Anſpannungskraft nicht Grenzen ſetzen könnte. Dieß würde auch geſchehen, wenn nicht dem freyen Wärmeſtoffe durch Anziehungskräfte anderer Materien dagegen in ſeiner Anſpannungskraft Schranken geſetzt, und er alſo dahin gebracht werden könnte, ſeinen Raum mit Beharrlichkeit zu erfüllen. — Meiner Meynung nach ſcheint aber hier Herr Gren gegen die erſten Grundſätze der dynamiſchen Phyſik gefehlt zu haben. Er ſelbſt behauptet, daß die Möglichkeit der Materie anziehende und zurückſtoßende Kräfte vorausſetze. Wenn daher der Wärmeſtoff eine wirkliche Materie ſeyn ſoll, ſo muß ihm auch weſentlich Anziehung zukommen. Muß man ihm aber dieß zuſchreiben, ſo muß er auch, wie jede andere Materie, anziehend und zurückſtoßend wirken können. Dieß läßt ſich aber nicht anders denken, als daß er auch von einer andern Materie angezogen werde, d. h. daß er gegen dieſe ſchwer ſey. —

Der Graf von Rumford hatte einige Gallonen Waſſer bloß durch ſchnelle Friktion eines ſtumpfen Bohrers auf den Boden eines Kanonenlaufs zum Sieden gebracht. Dieß ſahe er als einen neuen Beweis an, daß der Wärmeſtoff ein urſprünglicher, eigenthümlicher Urſtoff, und nicht das Produkt einer Zerſetzung ſey. In der Folge hat aber der Herr Graf ſeine Meynung geändert, und vielmehr das Daſeyn eines beſondern Wärmeſtoffs nach dieſen Verſuchen bezweifelt. Er fand nämlich, daß die Hitze der beym

Boh-

Bohren einer messingenen Kanone erhaltenen Wärme weit größer war, als die des siedenden Wasers. Hierbey wirft er nun die Frage auf: Kommt die Hitze aus den Spähnen? Wäre dieß, so müßte, nach der neuen Lehre von der latenten Wärme, die Wärmecapacität des Metalls, welches zu Spähnen gemacht wurde, eine Veränderung erlitten haben, und diese müßte auch groß genug seyn, die hervorgebrachte Hitze völlig zu erklären. Daß nun dieß nicht der Fall wäre, ließe sich aus einem Versuche schließen, den er mit gleichen Quantitäten solcher Spähne, und kleiner durch eine Säge abgeschnittenen Metallstückchen anstellte; als er nämlich beyde bis zur Temperatur des siedenden Wassers erhitzte, und dann in eine gleiche Quantität kaltes Wasser brachte, so war die Temperatur in beyden Wassern völlig gleich.

Bey den Versuchen selbst wurde ein stumpfer Bohrer gegen den festen Boden eines hohlen Cylinders gedruckt, und durch Pferde um seine Axe gedreht. In der Seite des Cylinders war ein Loch für ein Queckſilberthermometer befindlich, um die Höhe zu messen. Die Kraft, womit der Bohrer eingedruckt wurde, konnte etwa 10000 Pfund gleich gesetzt werden, und der Cylinder ward durch Pferde gegen 32 mal in 1 Minute um seine Axe gedreht. Um dem Verlust der Wärme möglichst zuvor zu kommen, ward der Cylinder mit dickem und warmem Flanell umwickelt. Anfangs war die Temperatur der Luft und des Apparats 60° Fahr. Nach 30 Minuten stieg das in die Höhlung gebrachte Thermometer sogleich bis 130°; das Gewicht der Bohrspähne, die aus einer schuppenähnlichen Masse bestanden, betrug 837 Gran. War es möglich, fragt hier der Graf, daß eine solche Hitze,

Hitze welche die Temperatur von mehr als 113 Pfund Geſchützmetall wenigſtens bis 70° Fahrenh. erhöhete, und die mithin fähig geweſen wäre, $6\frac{1}{2}$ Pfund Eis zuſchmelzen, oder beynahe 5 Pfund eiskaltes Waſſer zum Sieden zu bringen, aus einer ſo unbeträchtlichen Maſſe Metallſtaub entſtehen konnte? und das bloß als Folge einer Veränderung der Capacität für die Wärme? Da das Gewicht dieſes Staubes nur den 94ſten Theil von dem des Cylinders betrug, ſo mußte derſelbe nicht weniger als 948° Wärme verlo ren haben, um die Temperatur des Cylinders um 1° zu erheben, und folglich mußte er 66360° Wärme entwickelt haben, um die beym Verſuche ſich zeigenden Würkungen hervorzubringen. Man müſſe hierbey ferner bedenken, daß auf ſolche Art der Cylinder nach und nach hätte erſchöpft werden müſſen; aber auch hievon war keine Spur zu entdecken. Nun entſtand beym Grafen ein anderer Gedanke, ob etwa die Luft zur Erzeugung dieſer Hitze etwas beytrüge? Da die Bohrſtange vierkantig war, ſo hatte wirklich die Luft Zutritt zur Höhle und zum Boden des Cylinders. Indeſſen zeigten bey den vorigen Verſuchen die abgeriebenen Metallſtückchen nicht die mindeſte Spur von Verkalkung. Zur genauern Prüfung wurde aber nun ein Stempel in die Mündung des Cylinders eingepaßt, durch deſſen Mitte die viereckte Bohrſtange vollkommen anſchließend durchging. Der Verſuch zeigte aber, daß dieſe Ausſchließung der Luft die durch Friktion erregte Wärme im mindeſten nicht verringerte. Hierauf wurde der ganze Apparat in einem Behältniſſe unter Waſſer von 60° Temperatur gebracht. Die Bewegung war gerade wieder ſo, wie bey den vorigen Verſuchen, und nach einer Stunde war das Thermometer auf 107° geſtiegen. Die Waſſermenge betrug

2½ Gallonen Weinmaaß. Nach 1 Stunde 30 Minuten, vom Anfange des Versuchs, war die Wärme des Wassers 142°, wieder 30 Minuten später 178°. Nach 2 Stunden 20 Minuten kochte das Wasser völlig.

Nun frägt der Graf, was ist Wärme? Gibt es ein feuriges Fluidum? In den angestellten Versuchen konnte die Wärme weder aus dem Metalle noch aus der Luft kommen; aus dem Wasser auch nicht, denn das Wasser empfing beständig Wärme von der Maschine, und konnte nicht zugleich demselben Körper Wärme mittheilen und entziehen. Auch eine chemische Zersetzung des Wassers fand nicht statt, wenigstens zeigte sich nichts, was dahin gedeutet hätte. Endlich konnten auch der Bohrer und dessen Stange die Wärme nicht abgesetzt haben, weil auf diesem Wege immer Wärme aus dem Apparat hervorquoll, und diese Quelle zeigte sich auch als ganz unerschöpflich. Kaum, meint der Graf, sey es also nöthig, hinzuzusetzen, daß ein Etwas, welches von einem isolirten Körper unaufhörlich und unerschöpflich mitgetheilt wird, unmöglich eine materielle Substanz seyn könne! Es scheint ihm fast ganz unmöglich, einen deutlichen Begriff von diesem Etwas zu fassen, es müßte denn Bewegung seyn; indessen ist er weit entfernt, auch hier das Wie? erklären zu wollen.

Schon Herr Scherer*) behauptete die Immaterialität der Wärme, und beschuldigte sogar diejenigen der gröbsten Inconsequenz, welche einen wirklichen Wärmestoff annähmen. Zuerst, sagt er, schreibe man

*) Nachtrag zu den Grundzügen der neuern chemischen Theorie. Jena 1796. 8. S. 127. f

man dem Wärmestoffe die Erwärmung und die Ausdehnung der Körper zu. Allein er erwärme doch nicht bloß einige Körper, sondern er bringe in allen die Wirkung der Wärme hervor. Er dehne nicht bloß einige Substanzen aus, sondern äußere die Wirkung auf alle. Sey dieß aber nicht ganz den chemischen Wirkungen widersprechend? Sey denn das Resultat der chemischen Verbindungen des Sauerstoffs in allen Fällen eine Säure, und zwar eine und dieselbe? bringe er nicht mit dem Wasserstoffe nur Wasser, mit den Metallen nur Metallkalke, mit den verschiedenen Radikalen der Säure auch verschiedene Säuren hervor? Und der Wärmestoff sollte mit allen Körpern nur Erwärmung und Ausdehnung erzeugen? Ja, wenn ferner auch sogar specifischer, gebundener, latenter Wärmestoff angenommen werde, was sey denn dadurch hervorgebracht? Gar nichts! Wie könne er aber als ein chemisch wirkender Körper mit einem andern Körper eine chemische Verbindung eingegangen seyn, ohne die Natur des letztern ungeändert oder überhaupt ein neues Produkt hervorgebracht zu haben? Sey es nicht ganz etwas anders mit allen andern Stoffen? Werde nicht das Metall sehr auffallend umgeändert, wenn es sich mit dem Sauerstoff vereinige? Was geschehe aber, wenn das Metall Wärmestoff aufnehme, bleibe es nicht Metall, wenn es gleich flüssig werde? Wie hätte man also so voreilig einen latenten Wärmestoff da annehmen können, wo man keine Wärme empfinde? Wäre es nicht eben so, als wenn man überall latenten Schallstoff annehmen wollte, wo man nichts schallen höre! u. s. f.

Ferner sagt Herr Scherer, man häufe Widersprüche in den Eigenschaften, die man dem Wärmestoffe

stoffe zugestehe, wenn man einmal bestimme: nur derjenige Wärmestoff in Körpern ist warmmachend, dessen Expansivkraft thätig ist, und der nicht durch entgegengesetzte Anziehungskräfte der Materie der Körper in seiner Verbreitung gehemmt wird; nur dieser wirkt aufs Gefühl und aufs Thermometer, und heißt freyer Wärmestoff. Er erfüllt, so lange er frey ist, eben wegen seiner Expansion seinen Raum nicht mit Beharrlichkeit; dieß kann er nur, wenn seine Anspannungskraft durch anziehende Kräfte anderer ungleichartiger Stoffe dagegen ruhend gemacht wird, so daß er nun mit ihnen zusammenhängt, oder auch eine chemische Verbindung damit eingeht. Dann nennt man ihn unmerkbaren, verborgenen, fixirten Wärmestoff. — Ferner auch gleich darauf folgenden Satz aufstelle: der freye Wärmestoff, der andern Körpern zugeführt wird, bleibt nicht seiner ganzen Quantität nach frey, sondern es wird immer ein größerer oder geringerer Antheil davon fixirt, und dieser fixirte Antheil ist es, der die Veränderungen der Form hervorbringt, welche die Körper erleiden, wenn sie dem Einflusse eines stärkern Wärmestroms ausgesetzt werden. Herr Scherer erwiedert hierauf: unläugbar müsse doch die Dilatation, welche wir während dem Einflusse der Wärme auf Körper wahrnehmen, Erfolg des im ungebundenen Zustande wirkenden Wärmestoffs seyn. Wie könnte man sonst aus den dadurch hervorgebrachten Veränderungen des Volumens gewisser Substanzen auf die Ab- und Zunahme der Quantität der die Wärme hervorbringenden Ursache schließen? Und dennungeachtet solle die Formänderung eines Körpers eine Folge des damit chemisch verbundenen Wärmestoffs seyn? Wie könne dieß der chemisch gebundene Wärmestoff bewirken; da doch durch die chemische Verbindung die

die Eigenſchaften verloren gingen, die ein Körper im freyen Zuſtande äußere? Ja man ſage ſogar: dieſe Veränderungen können nicht erfolgen, ohne daß nicht durch die Anziehungskräfte der Materie gegen den Wärmeſtoff ſeine Expanſivkraft aufgehoben oder geſchwächt werde, ſo wie er hinwiederum durch ſeine Expanſivkraft die Anziehungskraft anderer Materien abändert, und eben dadurch Veränderungen ihrer Form zuwege bringt. — Wie könne ſich aber die Expanſivkraft thätig erweiſen, wenn, wie es hier ja ganz deutlich angegeben werde, ſie aufgehoben werde? könne wohl eine Kraft nach ihrer Vernichtung noch wirken? könne die Anziehungskraft wohl von einer durch chemiſche Verbindung unwirkſam gemachten Expanſivkraft abgeändert werden? Eben ſo wie die wärmemachende Kraft des Wärmeſtoffs auf unſer Gefühl durch ſeine Fixirung verloren gehe, was zugegeben werde, ſo muß er auch ſeine ausdehnende Kraft unter denſelben Umſtänden gleichfalls einbüßen.

Hieraus erhelle alſo, daß man vom freyen und gebundenen Wärmeſtoffe keinen beſtimmten Begriff habe; daher auch häufige Verwechſelungen unvermeidlich ſeyen. Ohnedieß laſſe ſich aber doch wohl einſehen, daß wir auch hiervon keinen Begriff werden erhalten können; denn wir hätten den Wärmeſtoff noch nicht dargeſtellt, alſo auch noch nicht beurtheilen können, was durch ſeine Verbindung mit Körpern hervorgebracht werde, und welches ſeine eigenthümlichen Eigenſchaften ſind.

Noch ſonderbarer aber ſey es, den angeführten Widerſpruch durch die Eintheilung eines adhärirenden und chemiſch gebundenen Wärmeſtoffs zu heben. Denn gebe es einen adhärirenden Wärmeſtoff, ſo gebe

es

es auch einen dargestellten. Letztern könne es aber unmöglich geben. Denn man habe noch nicht darthun können, daß die Theilchen des Wärmestoffs der Schwerkraft unterworfen wären; wir müßten ihn also als eine völlig imponderable Substanz ansehen, was auch eingeräumt werde. Sey dieß richtig, wie könnten wir wohl je erwarten, in unserer mit ponderabeln Substanzen mancherley Art angefüllten Atmosphäre auch imponderabeln Wärmestoff anzutreffen? Müsse er nicht von dem erstern schlechterdings überall, wo er in Freyheit gesetzt werde, hinaufgedruckt werden in Regionen, die sich unserer Beobachtung gänzlich entzögen? Hierauf werde man freylich antworten: wir hätten es demungeachtet auch mit dem Wärmestoffe zu thun, weil die ihn umgebenden Substanzen nicht ohne Affinität gegen ihn sind. Zugegeben! — Was folge daraus? Daß wir also nie den Wärmestoff weder im freyen Zustande, noch adhärirend werden antreffen können. Denn was heiße adhäriren? Wenn ein Körper dem andern adhärire, brauche er deshalb mit demselben chemisch verbunden zu seyn? Sey es etwa die Schwefelsäure im Alaun, die Weinsteinsäure im Weinstein, der Mineralalkali im Borax, u. s. f.? Da also das Adhäriren, wie schon das Wort anzeige, bloß das mechanische Anhängen bezeichne, so könne um so weniger ein mechanisches Anhängen des Wärmestoffs an gewisse Körper möglich seyn; denn sonst müßte der Wärmestoff ponderabel seyn. Und selbst wenn auch dem Wärmestoffe, als Stoffe, die Ponderabilität nicht abgesprochen werden dürfte, so wäre es doch gewiß der leichteste unter allen uns bekannten Körpern, da keine einzige Wage für sein Gewicht empfindlich sey. Also auch selbst unter diesen Umständen könnte er Körpern nicht mechanisch anhängen, so wenig

ſich eine Luftblaſe unter einer Waſſerſäule ruhig zu erhalten fähig ſey; ſo wie dieſe unwiderſtehlich hinaufgetrieben werde, ſo müßte ſich auch jederzeit der freywerdende Wärmeſtoff unſerm Erdballe entziehen, er könnte alſo nie ein Gegenſtand unſerer Unterſuchung werden. — Noch eine andere Ausflucht wäre möglich, indem man einen ununterbrochenen Ausfluß des Wärmeſtoffs aus ſeiner urſprünglichen Quelle auf unſern Planeten annähme, und damit die Meynung verbände, daß aller von uns entweichende Wärmeſtoff durch Zurückſtrömen uns wieder zugeſendet würde. Allein dieß ſey unmöglich. Geſetzt auch, es gäbe eine ſolche Quelle, wie könnte ein imponderabler Körper in lauter wägbare Subſtanzen hineingedrängt werden? durch welche Kraft wäre dieß möglich? Durch Wahlanziehung allein ſey es möglich; aber da chemiſche Verbindungen nie den Charakter der einzelnen verbundenen Subſtanzen zeigten, ſo könne auch der Wärmeſtoff keine chemiſchen Verbindungen eingehen, und ſo ſey es auch ſchlechterdings unmöglich, ſich je die Kenntniß der eigenthümlichen Natur des Wärmeſtoffs eigen machen zu können, oder gar glauben zu wollen, er könne ſich bloß mechaniſch gewiſſen Körpern anhängen. Daraus folge nun aber auch ferner, daß wir nicht einmal im Stande ſeyn würden, auch ſein Freywerden beobachten zu können; denn wo er auch in Freyheit geſetzt werde, würde er ſich im Augenblick des Freywerdens unſern Sinnen entziehen. Dieß ſey nothwendig, weil er als ein imponderabler Stoff mit einer unglaublichen Geſchwindigkeit ſich von uns fortbewege; aber auch ſelbſt dieß geſchehe nicht, denn er beſitze ja zu allen Subſtanzen Affinität, folglich müſſe er, ſo wie er in Freyheit geſetzt werde, ſogleich von den umgebenden Subſtanzen angezogen werden,

werden, also könnten wir ihn auch nie verschwinden sehen.

Hieraus ergebe sich doch wohl deutlich genug, daß alles, was wir von seinen Eigenschaften behaupteten, bloße Hypothese sey; — daß die Wärme als Stoff nie ein Gegenstand unserer Untersuchung seyn und werden könne.

Schon Herr Professor Link t) läugnete den Satz, daß sich der Wärmestoff mit andern Substanzen chemisch verbinden könne. Seine vorzüglichsten Gründe sind folgende:

1. Die Anziehungskraft, welche die Körper auf den Wärmestoff äußern, hat gar keine Aehnlichkeit mit der chemischen Verwandtschaft. Hier entreißt ein Körper dem andern seinen Bestandtheil ganz, oder doch größtentheils, dort entzieht ein Körper dem andern nur so viel Wärmestoff, bis die absolute Elasticität des Wärmestoffs in beyden Körpern einander gleich ist. Eben so wenig kann man behaupten, daß diese Anziehung mit der allgemeinen Anziehung einerley sey. Die letztere wirkt in die Ferne, nimmt ab, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen, und richtet sich nach der Menge der Materie, welche von beyden Seiten ihre Ziehkraft äußern. Von allen diesem bemerken wir hier nichts. Wir sehen nicht, daß dichtere Körper den Wärmestoff stärker anziehen als minder dichte, auch nicht, daß sich die Vertheilung des Wärmestoffs nach der Dichtigkeit desselben richte, wie

t) Beobachtungen und Betrachtungen über den Wärmestoff. S. 189.

wie man doch erwarten müßte, wenn hier bloß allgemeine Anziehungskraft im Spiele wäre.

2. Es würde ein Mißbrauch genau bestimmter Ausdrücke seyn, wenn man behaupten wollte, der Wärmestoff, welcher die größere Menge der specifischen Wärme in irgend einem Körper ausmacht, sey darin chemisch gebunden. Dieser Wärmestoff geht aus dem wärmern Körper in den kältern, er geht eben so zu dem erstern zurück, sobald dieser wiederum kälter wird. Von allen diesem beobachten wir bey chemischen Verbindungen nichts. Deswegen trennt sich noch kein Bestandtheil von dem andern, weil er sich darin in größerer Menge befindet, und niemals kehrt er zu dem vorigen Körper zurück, wenn dieser Mangel daran leidet. Die chemischen Trennungen und Verbindungen zeigen sich bestimmter, sie sind Folgen einer Wahlanziehung, und lassen sich nach Verwandtschaftstafeln ordnen; aber allen solchen Regeln unterwirft sich der Wärmestoff, wenigstens in diesem Falle, nicht. Gesetzt aber, es gäbe Wärmestoff, der so fest mit dem Körper verbunden wäre, daß er sich durch einen kältern Körper nicht ausscheiden oder vermindern ließe, so würde der Ausdruck: chemisch verbunden, doch fehlerhaft seyn, da mehrere Stufenfolgen in der Vereinigung der Körper möglich sind, die unter sich wenig, aber von der Verwandtschaft sehr verschieden seyn möchten.

3. Wenn der Wärmestoff eine Materie ist, keine bloße schwingende Bewegung der Theilchen, wenn er der Anziehung gehorcht und durch sie aus einem Körper in den andern gebracht wird, so scheint es, als ob man mit großer Wahrscheinlichkeit schließen könne, er gehe wie die übrigen Körper chemische Verbindungen

gen ein, und habe, wie sie, seine bestimmten Verwandtschaften. Diesen Schluß, sagt er, finde ich bey vielen Chemikern, ohne Beyfügung einiger Einschränkungen, aber man darf ihn wahrlich nicht für einen vollkommenen analogischen Schluß halten. Denn kann man mit Wahrscheinlichkeit schließen, daß alles, was von den übrigen Körpern gilt, auch von einer Classe von Körpern angenommen werden dürfe, die, von allen andern weit verschieden, ihre Gegenwart nur einigen Sinnen kund machen, zum Theil eine Schnelligkeit besitzen, welche wir uns kaum sinnlich vorstellen können, und keine merkliche Schwere zeigen, wie alle übrige bekannte Körper? Wer wird das von der Wärme, dem Licht, der Elektricität oder dem Magnetismus geradezu behaupten können, was von den Luftarten, den fließenden und festen Körpern gilt? Ueberdieß findet sich der Wärmestoff in allen Körpern, er verläßt keinen ganz und gar. Das absolute Null der Temperatur ist eine Erscheinung, die wir nur denken, nicht darstellen können. Er kann also immer Einfluß auf die Erscheinung haben, welche wir den Körpern als Eigenschaft beylegen, und vermöge eines analogen Schlusses auf den Wärmestoff übertragen.

4. Alle chemische und physische Erklärungen, wobey man dem Wärmestoff eine Wahlanziehung zuschreibt, sind auf einem schwankenden Grunde errichtet. Man drückt sich unbehutsam aus, wenn man sagt, das flüchtige Alkali wird aus dem flüchtigen Salmiak im Feuer geschieden, weil es eine nähere Affinität zum Wärmestoffe hat, als die Schwefelsäure. Diese Erscheinung kann von einem größern Bestreben zur Ausdehnung und manchen andern Ursachen herrüh-

ren. Die größere abſolute oder relative Flüchtigkeit der Körper iſt eine Erſcheinung, welche eben ſo ſchwer zu ergründen iſt, als die Feſtigkeit und Flüſſigkeit der Körper, welcher man aber eben deswegen nicht Urſachen zum Grunde legen darf, die nicht durch die Erfahrung ſelbſt, oder die Analogie bewährt gefunden worden.

Herr Scherer bemerkt nun ferner, es werde um ſo einleuchtender, daß man zu weit gegangen ſey, dem Wärmeſtoffe die Fähigkeit zuzueignen, nach den Geſetzen der Verwandtſchaft zu wirken, da wir noch keine Verwandtſchaftsreihe der verſchiedenen Körper in Bezug des Wärmeſtoffs haben auffinden können.

Wir kämen endlich darauf hinaus: der Wärmeſtoff habe zu allen Körpern Verwandtſchaft. Wenn man aber bedenke, was man mit dieſem Worte eigentlich bezeichnen wolle: die Wahl, die ungleichartige Körper unter einander zur Verbindung treffen; ſo könne man doch wohl einem Körper unmöglich eine Wahlanziehung zueignen, der ſich mit jedem Körper ohne Ausnahme verbinde. Es ſey gänzlich unmöglich, für den Wärmeſtoff eine Verwandtſchaftstafel zu entwerfen, da auf dieſer alle Körper einen und denſelben Platz behaupten würden, oder da doch wenigſtens ihre Rangordnung ſich nur nach zwey Rückſichten, nämlich nach dem Grade ihrer Erkältung oder ihrer Leitungsfähigkeit beſtimmen ließe. Jeder kalte Körper nehme Wärmeſtoff auf, jeder ausdehnungsfähige werde von ihm afficirt; jeder gute Leiter laſſe ihn durch ſich durch — und alles dieß ſey dennoch nur relativ; denn wie viele ſchlechte Leiter ſeyen dennoch nicht fähig, ſich ſo ſehr zu erhitzen, daß ſie verbrennten? Wir könnten alſo

z. B.

z. B. nicht sagen, die Entwickelung des Sauerstoffgas aus dem glühenden Braunstein gründe sich auf die nähere Verwandtschaft, welche der Wärmestoff vor dem Braunsteinmetalle zu dem Sauerstoffe besitze; denn es habe sich hier nichts Materielles mit dem Sauerstoffe des Kalks verbunden, indem das erhaltene Gas an Gewicht gerade so viel betrage, als der Braunstein hierdurch an Gewicht abgenommen habe. Wie könne aber etwas Immaterielles chemisch wirken?

Was endlich die Behauptung mehrerer Naturforscher betreffe, daß der Wärmestoff mit den Gasarten chemisch gebunden sey, so hält er diese mit Herrn Hofrath Mayer für ungegründet.

Herrn Scherer ist es sehr wahrscheinlich, daß durch die Erwärmung eines Körpers nicht etwas an denselben trete, sondern nur das Verhältniß der Grundkräfte gegen einander abgeändert werde, so daß die repulsive ein Uebergewicht über die attractive erhalte. Dieses wird nach Herrn Scherer durch den Stoß der ponderabeln Theile der Luft hervorgebracht. Dieß Vermögen während der Erwärmung der Körper in der Luft setzt er bloß in den ponderabeln Theilen der Luft, weil dieser Einfluß doch nur von der Materie, also etwas ponderabelm, im Raume sich bewegendem, gelten könne. Demnach ist die Wärme bloß die Erscheinung, die jedesmal mit der Kraftäußerung verbunden ist. Der Stoß wirkt, seiner Meynung nach, in so fern, als dadurch die Aufhebung des Gleichgewichts zwischen den Kräften bewirkt wird, so wie wir demselben doch gewiß eben so allgemeine Erscheinungen, z. B. Bewegung u. s. w., zuzuschreiben uns genöthigt sehen.

Seitdem das von Kant aufgeſtellte dynamiſche Syſtem mehr Eingang fand, haben auch Mehrere die Materialität des Wärmeſtoffs geläugnet, und das Phänomen der Wärme von der zurückſtoßenden Kraft der Materie abzuleiten geſucht. So glaubt Herr von Arnim u), daß man gar keinen Grund habe, eine beſondere Materie als Urſache der Wärme anzunehmen; entweder, ſagt er, iſt alle Materie Wärmeſtoff, oder es gibt gar keinen. Eben ſo wenig hätten wir Grund, wenn gleich Erwärmung mit Bewegung begleitet ſey, das Weſen der Wärme in die Bewegung zu ſetzen. Ausdehnung ſey das einzige allgemeine die Erwärmung begleitende Merkmal. Wir hätten daher allen Grund, dieſe als Urſache der Empfindung anzunehmen, Ausdehnung in dieſem Sinne bedeute nur Vergrößerung der Raumerfüllung. Erwärmung und Erkältung hießen dann weiter nichts, als größere oder geringere Freyheit der Kraft, die den Raum erfüllt; die abſolute erwärmende Kraft ſteht daher in demſelben Verhältniſſe, wie die Freyheit der den Raum erfüllenden Kraft. Dieſe verhalte ſich verkehrt, wie die Beſchränkungen oder Dichtigkeiten; alſo bey gleichen Maſſen, wie die Volumina, bey gleichem Volumen, verkehrt wie die Maſſen. Die Größe der Kraft, welche dazu erfordert werde, eine Maſſe in verſchiedene Volumina auszudehnen, werde ſich aus Gründen verkehrt, wie die Volumina verhalten; daher ſey der Zuſammenhang zwiſchen der ſpecifiſchen Capacität und der Ausdehnung der Körper durch gleiche Temperaturveränderung erklärlich.

Aus dieſem folge, daß die Temperatur und Capacität im umgekehrten Verhältniſſe ſteht, daß es eben

u) Gilberts Annalen der Phyſik. B. V. S. 57. f.

eben so viele Ursachen der Erwärmung und Erkältung, als der Aenderung der Capacität, und überhaupt Aenderungen des Verhältnisses der Kräfte gibt, als entweder durch chemische Verbindung der Materie, oder durch Einwirkung auf einander in der Ferne.

Durch die chemischen Verbindungen könnten die beyden Körper entweder verändert oder nicht verändert werden, im erstern Falle wären sie verschieden, im letztern von einerley Art.

Man nehme nun bey dem zweyten Falle, bey der Vermischung der Körper von verschiedener Temperatur mit einander, die Temperatur des Körpers $A = t$, sein Volumen $= v$, seine Masse $= m$, sein specifisches Gewicht $= S$, die Temperatur des Körpers $B = t'$, sein Volumen $= v'$, sein specifisches Gewicht $= S'$. Bey gleichem Volumen verhalten sich also $t : t' = m' : m$, also hier, wo jeder einzelne Körper in dem ganzen Raume von $v + v'$ verbreitet sey,

$$m + m' : m = t : \frac{mt}{m + m'}, \text{ und}$$

$$m + m' : m' = t' : \frac{m't'}{m + m'}, \text{ mithin die gemeinschaftliche Temperatur}$$

$$t'' = \frac{mt + m't'}{m + m'}.$$

So sey man zur Richmannschen Regel gekommen, ohne, wie er, bloß hypothetisch anzunehmen, die Temperaturen verhielten sich verkehrt, wie die Massen. Aus der Ableitung sähen wir aber auch, daß es nur für Vermischungen gelte, wo jede der einzelnen Massen jetzt in dem ganzen Raume verbreitet ist, aber nicht

für Mengungen, eben so wenig für Vermischungen, wodurch die chemische Beschaffenheit geändert wird.

Die Aufgabe aber, wie viel Wärme bey der Verbindung verschiedenartiger Körper entstehe, sey noch keinem Gesetze unterworfen; wahrscheinlich werde hier der Körper einen eben so großen Temperaturüberschuß oder Erniedrigung zeigen, als erfordert würde, ihn von dem beobachteten zu dem berechneten specifischen Gewichte zu bringen. Doch fehle es zur Prüfung an den nöthigen Erfahrungen.

Die zweyte Hauptaufgabe, über die Erwärmung ohne Mischung, sey schwieriger, sie habe auch die meisten Hypothesen erzeugt. Gewöhnlich habe man das Gleichgewicht der Wärme als ausgemacht, als gegeben betrachtet, und die Ursache der Störung, es sey durch Erwärmung oder Erkältung, aufgesucht. Wichtiger scheine indessen der entgegengesetzte Weg, da der stete Wechsel in der Materie gegeben, erst die Ursache des Gleichgewichtes gesucht werden müsse. Wir fänden dieses Gleichgewicht überhaupt nur selten, und nur da, wo weder Veränderungen der Lagen noch der Mischungen vorgingen; nothwendig sey diese Bedingung, wenn nur unter diesen Umständen die Einwirkung der Körper unter einander sich nicht ändern könne. Dadurch sey die durch Reibung und durch chemische Verbindungen hervorgebrachte Erwärmung erwiesen.

Was den Begriff der specifischen Wärme betreffe, so böthen die Erfahrungen, so unbestimmt sie auch seyn möchten, viel Merkwürdiges, besonders in Hinsicht des chemischen Verhältnisses, dar; nur sey es zu bedauern, daß die fleißigsten Beobachter derselben,

ben, in der Ueberzeugung, sie sey beständig, in welche Materie der zu untersuchende Körper auch getaucht werde, sobald nur die Capacität dieser gegen den zur Einheit angenommenen Stoff bestimmt sey, diese Untersuchungen nicht weiter ausgedehnt hätten. Der Crawford'sche Beweis, daß die Wärmecapacität eines Stoffs, so lange er seinen Zustand nicht ändere, gleich sey, gelte nur für die mit der Vermischung gleichartiger Körper angestellten Versuche, und nur in Rücksicht der Unempfindlichkeit unserer Instrumente. Es sey aber die Kraft, die gleiche Temperaturveränderungen in demselben Körper hervorbringen solle, im umgekehrten Verhältnisse der Volumina, in welche dieser sich ausdehne. Nun betrage nach Schmidt's Versuchen die Ausdehnung des Wassers von 15 bis 48° Reaum. 0,01328; wie würde sich, frägt von Arnim, diese Capacitäts-Aenderung bey unsern jetzigen Versuchen, wo es selbst auf Zehntheile nicht ankäme, wahrnehmen lassen? Für die Meynung verschiedener Stoffe sey auch die Erfahrung, daß die Capacität veränderlich sey. Crawford's wiederholter Versuch habe bewiesen, daß die kaltmachende Kraft der erkalteten Blechfläche stärker gewesen sey, als die warmmachende der wärmern. Eben so sey unter 13 Reihen der Wilkenschen Versuche nur ein, und zwar ein sehr abweichender Versuch, in welchem das Maximum der Capacität, das hier nach der Temperatur der Flüssigkeit beurtheilt werde, nicht auf die höhere Temperatur des erwärmten Körpers gefallen wäre; ein sicheres Zeichen, da die Flüssigkeit sich stärker ausdehne, als der feste Körper, daß, auf diese Temperatur sie zu erheben, verhältnißmäßig weniger Wärme erfordert werde, als auf die niedrigere. Auch die beyden Versuche Crawford's mit Kalk und Alcohol wären von

größe-

größerer Erwärmung, als bey der höhern Temperatur geweſen. Bey den übrigen Verſuchen ſey entweder eine chemiſche Wirkung möglich, oder die Umſtände ſeyen nicht gleich. Man ſehe daraus, da nur dieſer einzige Verſuch von ihm angeſtellt worden ſey, daß die Capacität durch die Erwärmung, ſo lange ſie den Zuſtand nicht ändere, auch nicht verändert werde. Theorie und Erfahrung haben Herrn von Arnim auf das Entgegengeſetzte geleitet, daß ſie unter dieſen Umſtänden abnehme, daß folglich die Capacitäten immer für einen beſtimmten Wärmegrad beſtimmt werden ſollten, und daß vielleicht dieſe Beſtimmung einzig richtig durch Lavoiſier's Wärmemeſſer geſchehen könnte.

Auch Humphry Davy x) glaubt aus verſchiedenen Gründen behaupten zu dürfen, daß die Wärmematerie keine wahre Subſtanz ſey. Alle Wärmephänomene und die Repulſion im Materiellen ſeyen einerley Urſache zuzuſchreiben. Die Materie müſſe als von zwey Kräften conſtruirt vorgeſtellt werden. Vermittelſt der einen, die wir Anziehung nennten, ſtrebten die Theilchen der Körper, ſich zu nähern, und in einem Zuſtande des Zuſammenhangs zu ſtehen; mittelſt der andern Kraft, die wir Repulſion nennten, würden dagegen die Körpertheilchen in einer gewiſſen Entfernung von einander gehalten, auch werde ihre wirkliche Berührung gehindert, wie es denn, der Erfahrung zu Folge, keinen Körper gebe, deſſen Theilchen nicht durch gehörige Mittel einander näher gebracht werden könnten, oder, welches eins ſey, deſſen ſpecifiſches Gewicht nicht durch Erniedrigung ſeiner Temperatur zunähme.

Durch

x) Contributions to phyſical and medical knowledge, collected by *Beddoes*. Briſtol 1799. 8. p. 1. ſq.

Durch Erhöhung der Temperatur würden alle Körper ausgedehnt, oder, was einerley sey, werde die Repulsion in ihren Theilchen rege gemacht, und ihre Ausdehnung richte sich nach den verschiedenen Graden der Temperatur. Aus diesem Grunde nehme man mit Recht allgemein an, daß die Grundursache der Wärme dasselbe Etwas sey, dem man die Repulsion in der Materie zuschreiben müsse.

Diejenigen, welche die Materialität der Wärme behaupteten, nähmen an, daß der Wärmestoff, der die Repulsion der Körper und die Elasticität der Gasarten durch seine Verbindungen mit ihnen bewirken solle, ein ursprünglich elastisches Fluidum sey, und sagten nicht, woher die Repulsion und Elasticität dieses Fluidums rühre. Sie erklärten daher sehr unlogisch die Repulsion und Elasticität wieder durch Repulsion und Elasticität. Die willkührliche Annahme eines Wärmestoffs gebe daher gar keinen Aufschluß über die wirkende Ursache der Repulsionskraft.

Nähme man wirklich einen Wärmestoff an, so könne die Temperatur des Körpers nicht anders, als entweder durch Veränderung seiner Wärmecapacität, oder durch Zuleitung der Wärme, die sich in schon erhitzten Körpern befinde, erhöhet werden. Diesem gemäß müßte also die Temperaturerhöhung, die durch Reiben und Stoßen bewirkt werde, nur auf eine der drey folgenden Arten entstehen können: a. entweder dadurch, daß Reiben die Körper fähig machte, das umgebende Sauerstoffgas zu zersetzen, da dann, beym Freywerden des Wärmestoffs, der Sauerstoff sich mit den Körpern, die gerieben würden, verbinden müßte, b. oder dadurch, daß das Reiben und Stoßen in den Körpern eine Verminderung ihrer Capacität bewirkte:

c.

c. oder dadurch, daß das Reiben die Körper in den Stand ſetzte, Wärmeſtoff aus den benachbarten Körpern an ſich zu ziehen.

Um zu ſehen, ob die Temperaturerhöhung durch Reiben beſtändig auf eine dieſer drey Arten, welche nach dem Syſtem der Materialität der Wärme allein denkbar ſind, entſtehe, ſtellte Davy folgende Verſuche an:

Zwey Parallelepipeda von Eis an ſtarken Eiſenſtäben befeſtigt wurden bey einer Temperatur von 29° Fahrenh. einige Minuten lang ſo an einander gerieben, daß kein anderer Theil des Apparats Reibung erlitt. Die Eisſtücken ſchmolzen bald an der ſich reibenden Oberfläche zu Waſſer, deſſen Temperatur 35° war, nachdem es einige Minuten in niedrigerer Temperatur geſtanden hatte. Hieraus erhellt, daß ſich das Eis in Waſſer verwandele, ungeachtet, der Theorie nach, die Capacität deſſelben hätte vermindert werden ſollen. Bekanntlich ſey aber die Capacität des Waſſers zur Wärme größer, als die des Eiſes, welches einer abſoluten Wärme bedürfe, um in Waſſer überzugehen. Die Friktion vermindere alſo nicht die Capacität der Körper für die Wärme. Auch ſey aus dieſem Verſuche klar, daß die durch Reibung bewirkte Temperaturerhöhung nicht aus der Zerſetzung des Sauerſtoffgas entſtehen könne, weil das Eis keine Verwandtſchaft zum Sauerſtoff habe.

Ferner wurde im luftleeren Raume ein Uhrwerk in Bewegung geſetzt, mittelſt deſſen ſich ein metallenes Rad an einer dünnen Metallplatte rieb. Dabey war eine beträchtliche Wärmeentwickelung bemerkbar. Hierauf wurde der Apparat unter einem Recipienten voll kohlen-

kohlensaures Gas, in welchem sich zugleich ätzendes Kali befand, auf die Luftpumpe auf eine Eisscheibe gesetzt, längs deren Rande sich eine kleine Vertiefung voll Wasser befand, und durch Auspumpen und Absorption des letzten Rückstandes ein, allem Vermuthen nach, vollkommen luftleerer Raum hervorgebracht. Als darauf das Uhrwerk in Bewegung gesetzt wurde, entstand offenbar eine Temperaturerhöhung, die sich dadurch zeigte, daß Wachs schmolz. Die Temperatur des Eises und der Atmosphäre war beym Anfange des Versuchs 32° Fahrenh. und eben so hoch zu Ende des Versuchs. Nur die Temperatur des kältesten Theils des Apparats war während des Versuchs von 32° bis nahe 38° gestiegen, so daß die Friktion die Temperatur der verschiedenen Theile des Apparats um etwa 1° erhöht, und zugleich 18 Gran Wachs geschmolzen hatte. Hier wurde also durch das Reiben freyer Wärmestoff angehäuft, welcher von den Körpern hätte herkommen müssen, die mit der Maschine in Berührung standen. Eis war aber in diesem Versuche der einzige Körper, der den ganzen Apparat berührte; und hätte dieß die entwickelte Wärme hergegeben, so würde das Wasser, das sich am Rande des Eises befand, haben frieren müssen. Da dieß nicht der Fall war, so konnte der Wärmestoff von keinem der Körper hergekommen seyn, die mit der Eisscheibe in Berührung standen; denn sonst hätte er, um zum Apparate zu gelangen, durch das Eis dringen und es flüssig machen müssen.

Da nun in diesen beyden Versuchen die erzeugte Wärme weder durch Capacitätsverminderung, noch durch Zersetzung des Sauerstoffgas, noch durch Zuleitung von andern Körpern entstehen konnte, und sie

auf

auf eine dieſer drey Arten hervorgebracht werden müßte, wenn ſie ein beſonderer Stoff wäre; ſo ſey mit Recht zu ſchließen, daß kein Wärmeſtoff exiſtire, und daß die Erſcheinungen der Wärme von einer beſondern Bewegung der Körpertheilchen herrühren.

Herr Davy ſtellt nun folgende Theorie der Wärme auf. Alle feſte Körper werden durch langes und heftiges Reiben ausgedehnt, und wenn ihre Temperatur höher als die unſers Körpers wird, afficiren ſie unſere Gefühlsorgane durch die Empfindung der Wärme. Beym Expandiren entfernen ſich die Theile der Körper von einander, werden mithin in Bewegung geſetzt; und da ſich auch das Reiben und Stoßen ohne Bewirkung einer Bewegung und Erſchütterung der Körpertheilchen nicht denken laſſen: ſo dürften wir allerdings ſchließen, daß dieſe Bewegung die Wärme ſelbſt, oder die repulſive Kraft ſey.

Die Wärme alſo, oder die Kraft, welche die unmittelbare Berührung der kleinſten Theile der Körper verhindert, und in uns die Empfindung der Kälte und Wärme hervorbringt, ſey demnach nichts anders, als eine eigene Art von Bewegung, wahrſcheinlich eine Vibration der kleinſten Theile der Körper, wodurch dieſe von einander entfernt werden. Wir könnten ſie daher die repulſive Bewegung nennen.

Die Wirkung der repulſiven Kraft auf die Körpertheilchen ſetze eine Wirkung der attraktiven Kraft voraus. Die attraktive Kraft, oder die Attraktion, ſey eine zuſammengeſetzte Wirkung der Cohäſion, der Gravitation und des Drucks, welcher durch die Gravitation der umgebenden Subſtanzen hervorgebracht werde. Die abſtoßende Kraft, oder die Repulſion, ſey

ein

ein mitgetheilter Impuls, der die Körpertheilchen durch Bewegung oder Schwingung von einander entferne, und der durch Reiben und Stoßen hervorgebracht, oder richtiger, vermehrt werden könne. Die Attraktion sey der Centripetalkraft, und die Repulsion und repulsive Bewegung der planetarischen Centrifugalkraft vollkommen analog.

Die verschiedenen Aggregatzustände der Körper hingen von dem verschiedenen quantitativen Verhältnisse der auf sie wirkenden Attraktion und Repulsion ab. Je nachdem die Attraktion überwiegend sey, oder beyde gleich seyen, oder die Repulsion vorwalte, sey der Körper im Zustande der Festigkeit, oder der tropfbaren Flüssigkeit, oder des Gas. Noch gebe es einen Aggregatzustand, der bisher unbemerkt geblieben sey, und in dem sich nur Ein bekannter Stoff, nämlich das Licht, befinde. In diesem Zustande prädominire die Repulsion so sehr über die Attraktion, daß sich die Theilchen mit der größten Schnelligkeit und ins Unendliche von einander trennten, und die Gravitation sehr wenig auf sie zu wirken scheine. Dieser Zustand könnte die repulsive Projektion genannt werden.

Außerdem schienen verschiedene in einem Zustande der Aggregation befindliche Körper in Rücksicht des Verhältnisses ihrer Kräfte, durch die sie constituirt würden, verschieden zu seyn, und dieß bewirke die Verschiedenheit des specifischen Gewichts der einzelnen festen, flüssigen und gasartigen Körper unter einander.

Die Veränderung und der Uebergang eines Aggregatzustandes in einen andern bestehe hiernach darin, daß das bisher in einem Körper obwaltende Verhältniß dieser beyden Grundkräfte in ein anderes um-

geändert werde. Expanſion und Contraction ſeyen die Merkmale der zunehmenden Repulſion oder Attraction.

Die repulſive Bewegung könne in den Körpern auf dreyerley Art erregt werden: a. durch Reiben und Stoßen. In dieſem Falle verwandele ſich die mechaniſche Bewegung, welche die Maſſen bey ihrem Aneinanderreiben verlieren, in abſtoßende Bewegung ihrer Theilchen; b. durch die Bewegung chemiſcher Verbindungen und Zerſetzungen, und c. durch Mittheilung repulſiver Bewegungen von benachbarten Körpern.

Die Eigenſchaft der Körper, repulſive Bewegung mitzutheilen oder zu empfangen, heiße Temperatur. Sie werde hoch genannt, wenn der Körper repulſive Bewegung mittheile; niedrig, wenn er welche empfange. Die Kraft, repulſive Bewegung mitzutheilen und anzunehmen, ſey, ſo wie die Geſchwindigkeit der Annahme und Mittheilung, in den Körpern und ihren verſchiedenen Aggregatzuſtänden verſchieden, und richte ſich, ſo viel wir wüßten, nicht nach den abſoluten Quantitäten der in ihnen enthaltenen repulſiven Bewegung, ſondern nach ihrer beſondern uns bekannten atomiſtiſchen Conſtruction. Da die Neigung, abſtoßende Bewegung mitzutheilen, durch eine Vermehrung derſelben verſtärkt, und durch jede Verminderung geſchwächt werde, ſo beſtimme das Maaß der Temperatur durch Ausdehnung und Zuſammenziehung auch das relative Verhältniß der repulſiven Bewegung.

Die Temperaturen der verſchiedenen Körper, oder ihre Neigungen, repulſive Bewegungen mitzutheilen und zu empfangen, werden durch den Zuſatz und durch die Erhitzung gleicher Quantitäten repulſiver Bewegung verſchiedentlich vermehrt und vermindert. Die

Eigen-

Eigenthümlichkeit, mit der sie sich von einander unterscheiden, nannten die Caloristen Capacität für Wärme. Schicklicher könnte man sie Temperaturfähigkeit nennen, weil sie sich nicht auf die absoluten Quantitäten repulsiver Bewegung, die sie aufnehmen könnten, sondern nur auf die Temperatur beziehe. Alle Körper seyen irgend einer Vermehrung der repulsiven Bewegung fähig: aber ihre Temperaturen würden dadurch verschiedentlich erhöht, d. h. sie hätten eine verschiedene Temperaturfähigkeit. Derjenige Körper habe die geringste Temperaturfähigkeit, der die größte Capacität für die repulsive Bewegung besitze, und so umgekehrt.

Die Temperaturfähigkeit werde durch Vermehrung der repulsiven Kraft vermindert, und durch Verminderung derselben vermehrt, daher sie im festen Zustande eines Körpers größer, als in seinem flüssigen, und am schwächsten in seinem gasförmigen Zustande sey. Sie hänge zugleich von dem Drucke ab, unter welchem sich die Körper befänden, und werde durch Druck vermehrt, durch Aufhebung desselben vermindert. Im ersten Falle werde die Temperatur erhöht, im letztern erniedrigt. Auch werde die Temperaturfähigkeit durch chemische Verbindung vermehrt und vermindert; im erstern Falle sey die Temperatur des Produkts größer, als die der einzelnen constituirenden Bestandtheile, im letztern geringer.

Wenn Körper sich repulsive Bewegung mittheilten, so sey die Bewegung, welche der eine gewinne oder verliere, genau der gleich, welche der andere verliere oder gewinne.

Zwey der Quantität und Qualität nach gleiche Körper erhielten bey der Berührung durch die Ver-

theilung der repulſiven Bewegung eine gemeinſchaftliche Temperatur; die mitgetheilte repulſive Bewegung vertheile ſich folglich unter ſie nach dem Verhältniſſe ihrer verſchiedenen Quantitäten.

Zwey Körper von verſchiedener Temperaturfähigkeit und verſchiedener Temperatur empfingen bey ihrer Berührung ebenfalls eine gemeinſchaftliche Temperatur. Hier richte ſich aber die repulſive Bewegung nach dem zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Quantitäten ihres materiellen Stoffs und ihrer verſchiedenen Temperaturfähigkeiten.

Da es keinen Wärmeſtoff gebe, ſo ſollte auch der Nahme Gas im Sinne der neuern Nomenklatur, eben ſo wie das Wort Calorique, aus der Chemie verbannt werden, weil 1. die Körper beym Uebergange aus dem feſten in den flüſſigen Zuſtand keine weſentliche Veränderung erleiden: alſo könne keine neue chemiſche Verbindung angedeutet werden; 2. alle Körper ſeyen, ohne Rückſicht auf ihren Zuſtand, in der neuen Nomenklatur mit ihrem eigenthümlichen Nahmen belegt worden: man habe nicht die Nahmen feſtes Gold, flüſſiges Gold u. ſ. w. wie Sauerſtoffgas u. ſ. w. eingeführt; 3. da alle Gasarten ſich in der gewöhnlichen Temperatur gasförmig erhalten, ſo würden die Nahmen, ohne Zuſatz: Gas, hinreichen. Einfache Subſtanzen ſollte man durch eigenthümliche, ihre Natur bezeichnende Nahmen, zuſammengeſetzte hingegen durch ſolche Nahmen unterſcheiden, die von ihren Beſtandtheilen entlehnt ſeyen.

Zuletzt erklärt Davy die Exploſion bey Verpuffungen durch die große Vermehrung der repulſiven Bewegung mittelſt der ſchnell trennenden und verbinden-

den

den chemischen Bewegungen, die bey dergleichen Prozessen obwalten. Das donnernde Geräusch derselben schreibt er der Bewegung zu, die in der Atmosphäre durch das schnelle Verdrängen einer eben so großen Luftmasse, als die ist, die im Prozesse erzeugt wurde, veranlaßt wird. Die Hypothese der Caloristen über das Verpuffen sey eine ihrer absurdesten. Denn da nach ihrer Theorie das Freywerden des Wärmestoffs aus Körpern in chemischen Prozessen durch eine Verminderung ihrer Capacitäten entstehe, so würde daraus folgen, daß, weil der Salpeter verpuffen könne, die Wärmecapacitäten des Kali, des Azotes und der Kohlensäure viel geringer seyn müßten, als in der Kohle und dem Salpeter. Dieß sey aber völlig falsch, da er durch Versuche gefunden habe, daß die vermeinte Capacität des Salpeters und der Kohle viel geringer ist, als die der Kohlensäure, oder die des Azotes einzeln für sich genommen.

William Henry zu Manchester hat nicht allein gegen Davy's Darstellung seiner Gründe für die Immaterialität der Wärme sehr gegründete Einwendungen gemacht, sondern auch des Grafen von Rumford Behauptung von der Immaterialität derselben sehr gründlich widerlegt. Nimmt man an, sagt er, daß es eine Wärmematerie gibt, und daß die Temperatur eines Körpers auf der Gegenwart nicht gebundenen Wärmestoffs beruht: so muß bey einer Temperaturerhöhung der freye Wärmestoff, den er bewirkt, entweder von den umgebenden Körpern mitgetheilt werden, oder er muß aus einer innern Wärmequelle herrühren, d. h. aus einem Körper entbunden werden, in welchem er zuvor latent oder gebunden war. Nun wird aber durch Reiben und Schlagen die Temperatur

der Körper ſtets erhöht. Läßt ſich dieß wirklich aus keiner der beyden Urſachen erklären?

1. Daß den geriebenen Körpern keine Wärme durch Mittheilung zugeführt werde, ſchließt Davy daraus, daß in einem ſeiner Verſuche eine dünne Metallplatte durch Reiben erwärmt wurde, ungeachtet ſie in einem völlig luftleeren Raum auf einer Eisſcheibe ſtand, und dadurch von allen Körpern iſolirt war, die vermögend geweſen wären, ihr Wärmeſtoff zuzuführen.

Allein die Iſolirung des Apparats in ſeinem Verſuche war nichts weniger, als eine vollkommene. Nach Rumford's Verſuchen iſt ſelbſt die torricelliſche Leere ein Wärmeleiter. Erzeugt daher Reibung in Körpern eine Veränderung, welche ſie fähig macht, aus den umgebenden Körpern Wärmeſtoff an ſich zu ziehen, ſo wird dieſe Anziehung im luftleeren Raume eben ſowohl als in der Luft vor ſich gehen, und zwar nach dem Verhältniſſe beyder für Wärme, d. i. 702: 1000.

In des Grafen Rumford Verſuchen über die Wärmeerzeugung durch Reibung war das Metall, das gerieben wurde, ringsum mit Waſſer umgeben, und alle Luft aufs ſorgfältigſte davon abgehalten. Und doch kam das Waſſer zum Kochen, und wurde lange Zeit über im Kochen erhalten. Der einzige Körper, der in dieſem Falle Wärme durch Mittheilung zuführen konnte, war der Bohrer; wenn es anders richtig iſt, daß das Waſſer ein vollkommener Nichtleiter der Wärme iſt, wie von Rumford behauptet.

Daß es übrigens ungereimt ſey, anzunehmen, ein Körper könne in demſelben Zuſtande Wärme anziehen

ziehen und auch hergeben, könne man nicht absehen. Wir hätten ein ähnliches Beyspiel von gleichzeitigem Einlassen und Austreiben eines feinen materiellen Fluidums bey der Elektrisirmaschine, welche zugleich elektrische Materie von außen erhalte, und auf benachbarte Leiter verpflanze. Auch in glühenden Körpern finde vielleicht in demselben Augenblicke Absorption und Deradiation des Lichts statt.

2. Daß die Temperaturerhöhung geriebener Körper nicht daher rühren könne, daß aus ihnen gebundener Wärmestoff frey werde, schließe man daraus, weil sonst die absolute Menge von Wärmestoff in einem Körper durch Reibung vermindert werden müsse, wogegen der erste Versuch Davy's und ein Versuch des Grafen von Rumford sprächen. Da zwey Eisstücke, die Davy an einander rieb, schmolzen, und Wasser mehr Wärmestoff enthält, als das Eis, woraus es entsteht: so war hier durch das Reiben die absolute Wärmemenge im Eise vermehrt worden, gegen die Hypothese. Graf von Rumford zeige ebenfalls durch Versuche, daß die specifische Wärme des Metalls nicht abnehme, wenn es durch das Reiben an den Bohrer in Späne verwandelt werde, wobey es viel Wärme hergebe.

Daß in diesen Versuchen Davy's und des Grafen von Rumford die Wärme nicht von außen mitgetheilt sey, lasse sich nicht behaupten, so lange nicht die Unmöglichkeit einer Mittheilung von Wärme ganz außer Streit gesetzt sey. Indessen auch hiervon abgesehen, so seyen beyde Versuche nur dann überzeugend, wenn sich die Wärmemenge in Körpern vor und nach dem Reiben genau mit einander vergleichen lasse. Allein es sey sehr zu bezweifeln, daß wir dazu schon weit

genug in der Wärmelehre vorgeſchritten ſeyen. Beſonders habe ihm die Beſtimmung des Verhältniſſes der latenten Wärme in Körpern immer verdächtig geſchienen, und er halte alle Gründe gegen die Materialität der Wärme, die aus angeblichen Beſtimmungen dieſes Verhältniſſes hergenommen ſind, für völlig unzureichend.

Wärmeſtoff laſſe ſich weder wägen, noch dem Volumen nach beſtimmen. Wir könnten daher die Wärmemengen nur aus andern Wirkungen, ſo fern dieſe ihren Urſachen proportional ſind, meſſen, und zwar diene uns dazu in der Regel die Ausdehnung der Körper durch die Wärme, auf der alle unſere Wärmemeſſer beruhten. Dieſe ſeyen aber noch ſehr mangelhaft, da ſie 1. nur die Wärme, welche ſie ſelbſt angenommen hätten, und nicht die der umgebenden Körper anzeigten; 2. eine willkührliche Skale hätten, die vom abſoluten Nullpunkte bis zum Maximum der Wärme ginge; 3. von der latenten oder chemiſch gebundenen Wärme nicht afficirt würden; und 4. ſchwerlich in ihrer Ausdehnung der wirklichen Wärmezunahme durchgehends, ſo wie nach Crawford's Verſuchen das Queckſilberthermometer zwiſchen dem Froſt- und Siedpunkte, proportional ſind.

Man nehme an, daß ungleichartige Körper in gleichen Maſſen nicht gleich viel Wärmeſtoff enthielten, und ſuche das Verhältniß beyder Wärmemengen aus der Temperatur aufzufinden, zu welcher gleiche Maſſen von verſchiedener Temperatur, die man mit einander vermiſche, gelangten. Dieſe Annahme ſey aber offenbar willkührlich, da es ſich mit eben ſo viel, ja noch mit mehr Recht annehmen laſſe, daß eine Maſſe, welche bey gleicher Temperatur mit einer andern weni-

ger

ger latente Wärme, als diese, enthalte, bey gleichen hinzugefügten Wärmemengen eben deshalb mehr Wärme, als diese, binde, wie denn z. B. manche trockene Salze mehr Feuchtigkeit, als andere Salze, die mehr Krystallisationswasser enthalten, aus der Luft anziehen. Die gewöhnliche Methode, die specifische Wärme der Körper zu bestimmen, beruhe daher auf eine Annahme, die kein sicheres Datum, sondern erst noch zu erweisen sey.

Sey diese Methode nicht gehörig begründet, so seyen es eben so wenig die Folgerungen, die man aus ihr gezogen habe. Wenn daher Crawford daraus, daß die Capacität des Eises für die Wärme um $\frac{1}{10}$ kleiner als die Wärmecapacität des Wassers sey, und daß Eis beym Schmelzen 146° Wärme binde, schließe, der Punkt absoluter Kälte liege 1460° Fahrenh. unter dem natürlichen Frostpunkte, so sey diese Bestimmung unzulässig und ohne Grund. Ueberdieß wäre die Frage, ob dieses bloß das absolute Null der freyen, oder auch der latenten Wärme seyn solle.

Auf diese Art hat Henry die Gründe widerlegt, mit denen Davy und von Rumford die Immaterialität der Wärme beweisen wollten.

Hiernächst führt nun auch Henry die Gründe an, welche ihm die Materialität des Wärmestoffs wahrscheinlich machen. Der Wärmestoff nimmt einen Raum ein, und ist ausgedehnt, denn er erweitert den Raum anderer Körper. Dieses könnte nicht geschehen, wäre er nicht auch undurchdringlich. Daß er schwer sey, habe man noch durch keine Versuche darzuthun vermocht; dieses sey aber auch alles, was aus den hieher gehörigen Versuchen Büffon's, Whitehorst's

horst's, Fordyce's, Pictet's und Graf von Rumford's folge. Gerade so sey das Licht unwägbar, ohne daß man deshalb demselben die Materialität abspreche. Dagegen scheine der Wärmestoff chemischen Anziehungen unterworfen zu seyn. Ließe sich das außer Zweifel setzen, so hätten wir ein wichtiges Argument für die Materialität des Wärmestoffs. Daß aber chemische Verwandtschaften an den Phänomenen der Wärme großen Antheil haben, schließt Henry aus folgendem. Alle characteristische Kennzeichen einer freyen Wärme verschwinden, sobald durch ihr Formänderungen in andern Körpern hervorgebracht werden; zugleich sind die Eigenschaften der so veränderten Körper wesentlich verändert. Dieses sey aber das einzige unzweydeutige Merkmal, daß wir überhaupt für den Wärmestoff chemische Vereinigung und Spiel chemischer Verwandtschaften hätten. Hiebey scheine wahre Wahlverwandtschaft statt zu finden. Werden z. B. einige Metalloxyde in hohe Hitze gebracht, so verbindet sich der Wärmestoff lediglich mit dem einen Bestandtheile dieser Oxyde, und scheidet ihn ab. Bey mehreren Verbindungen zweyer Stoffe wird Wärmestoff ausgeschieden, bey andern verschluckt, je nachdem die Stoffe verbunden den Wärmestoff schwächer, als einzeln, anziehen. In manchen Fällen wirkt der Wärmestoff mit zu Trennungen durch doppelte Wahlverwandtschaften, wie z. B. bey der Zersetzung des Wassers durch Eisen, und der kohlensauren Alkalien durch eine Säure. Auch scheint der Wärmestoff manchmal als Aneignungsmittel zwischen Stoffen zu wirken, die ohne Wärme nicht vereinbar sind, z. B. zwischen Sauerstoff und Kohlenstoff, die sich nur in hohen, nie in niedern Temperaturen zu kohlensaurem Gas verbinden.

In Crawford's Theorie werde den Verwandtschaften des Wärmestoffs kein Einfluß auf die Phänomene der Wärme eingeräumt; er behaupte ausdrücklich, die Elementarwärme sey unfähig, sich mit andern Körpern chemisch zu verbinden. Capacität für Wärme ist daher nach Crawford's Sinn von Verwandtschaft des Wärmestoffs verschieden. In den Anwendungen, welche Crawford und Andere von jenem Begriffe gemacht haben, nehmen sie Capacität im gewöhnlichen Sinne; und ist dieß der Fall, so setzt Verschiedenheit von Wärmecapacität Verschiedenheit in der Größe der Zwischenräume zwischen den kleinsten Körpertheilchen voraus, und daß hierauf die Unterschiede beruhen, die wir in dem Aufnehmen und Mittheilen von Wärme in den verschiedenen Körpern bemerken. Nach dieser Theorie sind die Körpertheilchen selbst ohne Kraft, und haben kein Vermögen, den Wärmestoff um sich zu häufen und zu fesseln; aber eben deshalb scheint sie Herrn Henry nicht hinzureichen, alle Erscheinungen der Wärme genügend zu erklären.

Nach der Capacitätslehre gehe in manchen Fällen die Formänderung eines Stoffs der Absorption von Wärmestoff vorher. Wenn z. B. bey Aufhebung des Luftdrucks der Aether die Gasgestalt annimmt, so wird nach dieser Hypothese die Capacität des Aethers dadurch, daß er sich volatisirt, erhöht, und deshalb Wärmestoff absorbirt. Diese Ansicht des Phänomens widerspreche aber geradezu einem ausgemachten Grundsatze, daß nämlich alle flüssige Körper, während ihres Uebergangs in Dampfgestalt, Wärmestoff absorbiren. Ein Thermometer, das unter dem Recipienten der Luftpumpe in den Aether gesetzt wird,

ſinkt während des Auspumpens allmählig, indeß die Verdunſtung ſichtlich ſchwächer wird, und zuletzt noch kaum wahrzunehmen iſt. Daraus läßt ſich vermuthen, daß die Verflüchtigung des Aethers, wenn die Temperatur bis auf einen gewiſſen Punkt abgenommen hat, gänzlich aufhören würde, könnte man die Mittheilung von Wärmeſtoff aus den umgebenden Körpern gänzlich verhindern. Nach der Theorie der Capacitäten müßte dagegen die Verdunſtung zuletzt eben ſo ſchnell, als zu Anfange, vor ſich gehen, und ganz unabhängig von der Temperatur ſeyn, welches, wie bekannt, gegen alle Erfahrung iſt.

Aus dieſen Gründen ſey es vielmehr wahrſcheinlich, daß das Beſtreben des Aethers, die Gasform anzunehmen, auf ſeiner chemiſchen Verwandtſchaft zum Wärmeſtoffe beruhe. Druck verhindere die Expanſion, wirke dadurch der chemiſchen Verwandtſchaft entgegen, und könne, ſey er ſtark genug, den Erfolg der Verwandtſchaft eben ſowohl, als es von der Cohärenz bekannt ſey, gänzlich zurückhalten.

Und ſo kämen alſo der Urſache der Wärme alle Eigenſchaften der Materie, bis auf die Schwere, zu; weshalb wir ſie billig für eine Materie eigenthümlicher Art halten.

In Anſehung der Unterſchiede der Phänomene der Wärme von den bekannten Phänomenen der Bewegung begnügt ſich Henry, nur einen der auffallendſten und entſcheidendſten anzuführen. Bewegung ſey ein Attribut der Materie, und könne nicht ohne Materie in der Natur vorhanden ſeyn. Nun aber gehe, nach Rumford's Verſuchen, die Wärme durch die torricelliſche Leere hindurch, in welcher nichts vorhanden

den sey, was Bewegung fortpflanzen könne. Dieser Versuch scheine ihm daher entscheidend darzuthun, daß Wärme unabhängig von aller andern Materie, mithin auch von aller Bewegung, existiren könne — daß folglich Wärme selbst körperlich und eine Materie besonderer Art sey.

Zu diesen Bemerkungen des Herrn Henry füge ich noch folgendes wenige hinzu: In unserer äußern Sinnenwelt ist Kraft und Materie unzertrennlich mit einander verbunden; Kraft ohne Materie ist ein Unding. Sollte also Wärme nach Herrn Scherers und Anderer Meynung bloß repulsive Kraft seyn, so könnte da keine Wärme anzutreffen seyn, wo keine Materie wäre. Ueberdem ist nach der dynamischen Physik die repulsive Kraft der Materie bloß Flächenkraft, mithin nicht, wie die anziehende Kraft, durchdringend, und auf andere Materie auch in der Entfernung unmittelbar wirkend. Nun wirkt aber die Wärme durch den leeren Raum; also ist es entscheidend, daß sie eine Materie eigener Art seyn muß.

Thierische Wärme.

Der Gedanke, daß die thierische Wärme mit dem Athmen in einer genauen Verbindung stehe, hat sich durch neuere Entdeckungen aufs vollkommenste bestätigt. Schon D. Black gründete seine Theorie der thierischen Wärme auf die Respiration. Endlich entdeckte D. Priestley im Jahre 1774., daß die ausgeathmete Luft unter die phlogistisirten Gasarten gehöre, und zog daraus den Schluß, daß das Athmen das Brennbare aus dem Körper ausführe. Dagegen meinte Scheele fast zu gleicher Zeit, wahrgenommen

men zu haben, daß die Luft Brennbares in den Körper bringe.

Um eben dieſe Zeit lehrte auch D. Leslie y) eine Theorie der thieriſchen Wärme, welche nach ſeiner Ausſage von dem D. Duncan herrühren ſoll. Vermöge dieſer Theorie ſoll die Wirkung der Blutgefäße aus allen Theilen des thieriſchen Körpers allmählich Brennbares entwickeln, und eben hierdurch Wärme hervorbringen. Sein hauptſächlichſter Grund iſt dieſer, daß das Brennbare einen Hauptbeſtandtheil aller Nahrungsmittel, im Blute unſtreitig vorhanden, und die Urſache der Farbe deſſelben, ſo wie der Farbe und des Geſchmacks der Galle ſey; daß der Nahrungsſaft eine rothe Farbe erhalte, ſobald er nur kurze Zeit der Wirkung der Blutgefäße ausgeſetzt geweſen ſey u. ſ. w. Zuletzt ſucht er den von Blagden angenommenen Satz, daß im thieriſchen Körper eine Kraft liegen müſſe, das Uebermaaß der Wärme bey hohem Grade der Hitze zu zerſtören, oder Kälte hervorzubringen, zu widerlegen, und leitet vielmehr die Beſtändigkeit der innern Wärme bey den Veränderungen der äußern Temperatur von der kälteerzeugenden Wirkung der verſtärkten Ausdünſtung in der Hitze, und von dem Reitz und der toniſchen Wirkung der Luft auf die Fibern in der Kälte her.

Eine andere Theorie der thieriſchen Wärme ſtellte Crawford z) auf, welche er vorzüglich auf die nicht längſt gemachten Entdeckungen der latenten Wärme grün-

y) A philoſophical Inquiry into the cauſe of animal Aeat. Lond. and Edinb. 1778. 8.

z) Experiment. and obſervat. on animal Aeat &c. Lond. 1778. 8. 1788. 8. überſetzt durch Veranſtalt. des Herrn v. Crell. Leipz. 1789. 8.

gründete, und daher beynahe allgemeinen Beyfall erhielt, besonders da er sie mit eigenen Erfahrungen zu unterstützen suchte. Aus seinen Versuchen über die comparativen Wärmen der Nahrungsmittel, des Bluts und der Gasarten zog er die Folge, daß die meisten Nahrungsmittel weniger Capacität für die Wärme besitzen, als das aus ihnen entstandene arteriöse Blut; daß im Gegentheil die eingeathmete respirable Luft mehr Capacität für Wärme habe, als die ausgeathmete. Dadurch kam er auf den Gedanken, daß das Blut beym Athemholen Wärme aus der Luft in sich nehme. In der neuern Ausgabe seines Werks hat er seine vormaligen Gedanken hier und da beträchtlich abgeändert, und sie mehr nach den Vorstellungen der Antiphlogistiker auszudrücken gesucht. Das Wesentlichste seiner Theorie in Absicht der thierischen Wärme besteht nach dieser Ausgabe kürzlich in folgendem:

Die respirable Luft erleidet in den Lungen eine Aenderung, wodurch die Menge ihrer absoluten Wärme fast in eben dem Verhältnisse vermindert wird, in welchem ihr Vermögen zur Erhaltung des thierischen Körpers abnimmt. Diese Veränderung erfolgt durch Verbindung der dephlogistisirten Luft mit dem Phlogiston, das aus dem Blute geschieden wird, und besteht darin, daß beynahe $\frac{1}{6}$ der reinen Luft in Wasserdampf, und das übrige in fixe Luft verwandelt wird. Da nun die comparative Wärme der dephlogistisirten Luft $4\frac{3}{4}$, die des Wasserdampfs und der fixen Luft aber nur $1\frac{1}{2}$ und $1\frac{1}{20}$ ist, so folgt, daß die ausgeathmete Luft kaum $\frac{1}{4} - \frac{1}{3}$ von derjenigen Wärme behalte, welche sie vor dem Einathmen enthielt, daß sie folglich den größten Theil der Wärme in den Lungen zurücklasse. Bey einem Versuche mit dem arteriösen und

venöſen Blute, wovon jenes aus der Carotis, dieſes aus der Droſſelader eines Schafes abgezapft war, fand Crawford die comparative Wärme beyder im Verhältniſſe 23:20, und bey mehreren Verſuchen mit dem Blute vom Hunde im Verhältniſſe 114:110. Da alſo hiernach dasjenige Blut, welches aus der Lungenblutader zum Herzen zurückſtrömt, eine größere Capacität hat, folglich auch eine größere Menge von abſoluter Wärme in ſich faßt, ſo muß es beym Durchgange durch die Lungen Wärme aufnehmen, und dieſe iſt eben diejenige, welche die Lunge aus der eingeathmeten Luft erhielt, und welche daher aus der Luft in das Blut gebracht wird. Uebrigens nimmt Crawford an, daß die Capacität der Körper für die Wärme durch die Verbindung mit Phlogiſton vermindert, durch den Verluſt deſſelben hingegen vermehrt werde, wiewohl er in der neuern Ausgabe ſeines Werks ſich mehr folgender Ausdrücke bedient: daß die Capacität derjenigen Körper, in welchen man Phlogiſton annehme, durch die Operation des Verkalkens, Verbrennens u. ſ. f. vergrößert werde. Hiernach würde alſo die Entſtehung der thieriſchen Wärme von dem chemiſchen Prozeſſe abhängen. Nämlich die reine Luft, die eine große Menge Wärme enthält, wird von der Lunge aufgenommen, zu gleicher Zeit kommt das Blut aus den äußerſten Enden der Gefäße mit dem Phlogiſton verſehen zurück; dieſes verläßt das Blut, um ſich mit der Luft zu verbinden, hierdurch wird aber die Capacität derſelben für die Wärme geringer, mithin wird der größte Theil ihrer Wärme in den Lungen abgeſetzt, den das Blut in ſich nimmt. Das arteriöſe Blut wird nun bey ſeinem Durchgange durch die Haarröhrchen wieder mit dem Phlogiſton angeſchwängert, mithin ſeine Capacität für Wärme vermindert.

Daher

Daher muß das Blut bey der Circulation diejenige Wärme, die es in der Lunge aufnahm, nach und nach wieder absetzen, und den Theilen des Körpers abgeben. Sonst erklärt Crawford die Beständigkeit des Wärmegrades im thierischen Körper fast eben so wie Leslie.

So großen Beyfall auch Crawford's System anfänglich erhielt, so ist es doch nachher mit wichtigen Gründen bestritten, und zuletzt seine Voraussetzungen durch unläugbare Thatsachen widerlegt worden. Einer der ersten, welche diese Theorie bestritten, war Herr de Lüc. Auch Eduard Fryer [a]) hat wichtige Zweifel dagegen erhoben. Es ist eine ausgemachte Wahrheit, daß alle diejenigen Versuche ganz irrige Resultate geben, bey welchen die mit einander vermengten Stoffe chemisch auf einander wirken, wodurch sich ihre Capacitäten während der Versuche ändern. Weil dieß der Fall ist, wenn mehligte Saamen, Fleisch, Blut u. s. w. mit Wasser vermischt werden, so lassen sich auch unmöglich die durch dergleichen Versuche gefundenen Capacitäten und absoluten Wärmen der Nahrungsmittel und des Bluts als richtig bestimmt annehmen. In Ansehung der Gasarten sind ihre Capacitäten durch ungemein geringe Veränderungen der Temperatur gesucht, welche nicht viel über $\frac{1}{10}$ Grad nach Fahrenh. ausmachen, und die so großen Abweichungen der neuern Bestimmungen von den ältern sind keine gute Vorbedeutungen für die Zuverlässigkeit derselben. Die Bestimmung der Capacität

a) Dissert. de vita animantium et vegetantium. Lugd. Batav. 1785. 8.

tät des Waſſerdampfs gründet ſich auf ein ſehr zuſammengeſetztes Verfahren, wobey es faſt unvermeidlich iſt, Fehler zu begehen.

Nachdem endlich die Hauptgründe des neuern chemiſchen Syſtems durch unläugbare Thatſachen eine große Feſtigkeit erhielten, und es außer Zweifel geſetzt wurde, daß beym Athemholen die ſich zeigende fixe Luft nicht durch die Verbindung der reinen Luft mit Phlogiſton entſtehe; ſo wurde man auch auf ganz andere Vorſtellungen von der Erzeugung der thieriſchen Wärme geleitet. Gren b), welcher Crawford's Theorie einer genauern Prüfung unterwarf, behauptete damals, daß die vorzüglichſte Urſache der thieriſchen Wärme in der Verdauung und den übrigen Miſchungsveränderungen der Säfte beym Kreislaufe und den Secretionen liege, weil auch in andern unzähligen Fällen, außer dem thieriſchen Körper, durch Auflöſungen, Miſchungen, Gährung organiſcher Stoffe u. ſ. f. Wärme entbunden werde. Nach ſeiner Meynung werde Derjenige der Kälte weit eher und länger widerſtehen, wer viele gut zu verdauende Speiſen zu ſich genommen hat, als wenn er bey leerem Magen noch ſo viel athmen, und die Wärmequelle in der eingeathmeten reinen Luft ſuchen will. Nach der Zeit aber hat er ſeine Meynung dahin abgeändert, daß er meint, durch das Einathmen der Luft werde der Sauerſtoff der Lebensluft mit dem Kohlenſtoffe des venöſen Bluts, und dagegen der Brennſtoff dieſes Bluts mit dem Wärmeſtoffe der Luft zur Wärme gebunden; nur ſey die Menge des Wärmeſtoffs zu geringe, um eine Wärme mit Licht, wie bey den Verbrennungen, zu erzeugen c).

Leop.

b) Journal der Phyſik. 1790. Heft II. S. 196. f.
c) Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. II. Halle 1797. 8. §. 1674.

Leop. Vacca Berlinghieri [d]) hat noch folgenden Einwurf gegen Crawford's Theorie erhoben. Die Capacität des Wasserdampfs für die Wärme verhält sich zu der des Wassers wie 900:1, und die Capacität der atmosphärischen Luft zu der des Wassers wie 19:1; mithin ist die Capacität des Wasserdampfs gegen die der atmosphärischen Luft wie 900:19 = 47:1. Wäre demnach in der ausgeathmeten Luft nur $\frac{1}{47}$ Wasserdampf enthalten, so würde schon dazu die ganze Menge der absoluten Wärme der vorher eingeathmeten Luft gehören, um diesem Wasserdampfe diejenige Temperatur zu ertheilen, welche die eingeathmete Luft vorher besaß, und für die ausgeathmete Luft würde gar keine Wärme übrig bleiben, sie müßte folglich so kalt seyn, daß sie augenblicklich das Queckſilber zum Gefrieren brächte. Gleichwohl setzt sie noch empfindbare Wärme ab, und der Wasserdampf, dessen Quantität weit über $\frac{1}{47}$ des Ganzen steigt, ist mit Wärmestoff überladen, das Blut hat Wärme erhalten, ohne diejenige zu rechnen, welche durch die Ausdünstung verloren geht. Hieraus läßt sich also begreifen, daß die eingeathmete atmosphärische Luft diese Wärmemenge nicht habe hergeben können. Diese Berechnung wird nach der Angabe der zweyten Auflage von Crawford's Werke noch auffallender, wo die Capacität der atmosphärischen Luft nur 1,8, mithin das Verhältniß 900:1,8 = 500:1 ist; woher es scheint, als ob der Wasserdampf alle Wärme der eingeathmeten Luft verschlucken müsse, wenn er auch nur $\frac{1}{500}$ der ausgeathmeten betrüge.

Ueber

d) Esame della teoria del calore del ideb. Inglese *Crawford*, con alcune congetture sopra la medisina materia. Pisa 1787. 4.

Ueber die Bestimmung dieser großen Angabe der Capacität hat Berlinghieri weiter keine Auskunft gegeben. Nach Crawford's eigenen Versuchen und Berechnungen ist sie nur 1,55; daher würde jenes Resultat hiernach gänzlich umgestoßen werden. Allein es muß auch hier noch die unmerkbare Wärme mit in Rechnung gebracht werden, welche zur Dampfbildung verwandt wird, und die unter die von Crawford angegebene Capacität für Wärme nicht mit begriffen ist; denn auch diese muß nach der Crawfordschen Theorie aus der atmosphärischen Luft hergenommen werden. Nach Watt's Versuchen beträgt aber diese verborgene Wärme so viel, daß sie die Temperatur eines gleichen Gewichts Wasser um 943 Grade des Fahrenh. Thermometers erhöhen könnte; daher allerdings Berlinghieri's Einwurf nicht ganz unwichtig zu seyn scheint.

Nach Ed. Rigby's e) Meynung entsteht die thierische Wärme zum Theil aus der atmosphärischen Luft in den Lungen; hauptsächlich aber durch die Verdauung im Magen und im übrigen Speisekanal aus den zersetzten Nahrungsmitteln. Er bemerkt, daß beym Verdauen eben so die Wärme gebunden werde, als bey der Gährung, beym Keimen der Saamen, und andern chemischen Veränderungen der thierischen und vegetabilischen Stoffe. Daß in dem Magen eine vorzügliche Quelle der Wärme liege, beweiset schon das Gefühl der Wärme in der Gegend desselben. Der Magen erzeuge die Wärme, durch die Haut gehe sie wieder verloren; daher komme es, daß man im Sommer

e) Essay on the theory of the production of animal heat. Lond. 1785. 8.

mer oder in heißen Gegenden beständig weniger Nahrung zu sich nehme, als im Winter oder in kalten Ländern; so wie die Eßlust der arbeitenden und der freyen Luft ausgesetzten Personen stärker sey, und der Hunger durch die Kälte vermehrt werde. Im gesunden Zustande des Körpers herrsche ein Gleichgewicht zwischen Ersatz und Verlust der Wärme; werde dieß gestört, so entständen Krankheiten, z. B. Bleichsucht, Schwäche, Kälte, Zusammenschrumpfen von zu weniger Nahrung oder von Unfähigkeit zu verdauen, übermäßige Wärme, Neigung zum Fettwerden und zu Entzündungskrankheiten von zu vieler Nahrung bey guter Verdauung, und von unterdrückter Ausdünstung. Ueberhaupt sey eine Absetzung der Hitze in Fett wahrscheinlich, weil ein Theil der aus den Nahrungsmitteln entwickelten Wärme im gebundenen Zustande in die körperliche Substanz aufgenommen, und daraus ein organischer Theil gebildet werde, welcher als Fett oder Zellstoff in der Jugend zum Wachsthum beytrage, im reifern Alter aber die Körpermasse erhalte und erneuere. Der übrige Theil der Wärme verbleibe im freyen Zustande, und theile sich in solchem der atmosphärischen Luft mit. Rigby sucht diese seine Theorie noch durch eine Menge Beobachtungen zu bestätigen, und die Erzeugung der thierischen Wärme aus der Verdauung und den Mischungsveränderungen der Säfte überhaupt wahrscheinlich zu machen.

D. Peart f) sucht die thierische Wärme aus seinem dualistischen System zu erklären. Die Nerven brin-

f) The generation of animal heat investig. Cainsborough. 1788. 8.

bringen nämlich das Phlogiſton herbey, indem ſie die Muskelfaſer zur Bewegung reitzen, und ihr Saft, der aus Phlogiſton und Erde beſteht, zerſetzt wird; den Aether führt das Blut bey, welches durch die Muskeln ſtrömt, und ihn aus der atmoſphäriſchen Luft eingeſogen hat. Durch die Verbindung des Phlogiſtons mit dem Aether wird Bewegung der Muskelfaſern und Hitze bewirkt. Der Nervenſaft erhält ſein Phlogiſton aus den Nahrungsmitteln, welche ſämmtlich dergleichen enthalten. Die aus der Lunge ausgeathmete fixe Luft rührt nicht von der Zerſetzung der Lebensluft her, ſondern vielmehr von den ausdünſtenden Gefäßen der Lunge. Durch äußere Hitze wird zwar die Anzahl der Pulsſchläge vermehrt, aber nicht in gleichem Verhältniſſe mit der Anzahl der Athemzüge. Die Hitze iſt der Reitz, der das Herz in Bewegung ſetzt, und dieſe Bewegung iſt daher beſtändig in gleichem Verhältniſſe mit der Hitze.

Da es endlich als eine ausgemachte Thatſache gar nicht mehr zweifelhaft war, daß die atmoſphäriſche Luft beym Einathmen derſelben zerſetzt werde, indem nämlich das Sauerſtoffgas dem Körper zugeführt und das Stickgas durch das Ausathmen wieder ausgeſtoßen wird, ſo fing man auch an, den vornehmſten Grund der thieriſchen Wärme in der atmoſphäriſchen Luft zu ſuchen. Die Erfahrung beſtätigte nämlich folgende Sätze: 1. das Athmen ſteht mit der Circulation des Bluts in dem genaueſten Verhältniſſe; daher iſt beſtändig das Athmen deſto ſchneller, je ſchneller der Puls ſchlägt, und umgekehrt. Gewöhnlich werden während des Einathmens und Ausathmens 4 bis 5 Pulsſchläge gezählt, und die mittlere Zahl der Pulsſchläge ſteht mit der Zahl der Athemzüge in einer

einer gegebenen Zeit im Verhältnisse. 2. Das Blut, welches aus der rechten Herzkammer durch die Lungenpulsader in die Lungen kommt, sieht schwarz aus; dasjenige aber, welches aus der Lunge durch die Lungenvene in die linke Herzkammer kommt, sieht roth aus. Also wird durch das Athemholen das schwarze Blut in rothes verwandelt. 3. Die Menge der ausgeathmeten Luft ist nie der Menge der eingeathmeten gleich. Beym Athemholen geht $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{50}$ verloren. 4. Wenn ein erwachsener Mensch eines natürlichen Todes gestorben ist, so enthält die Lunge im Zustande des völligen Ausathmens im Durchschnitte 109 Cubikzoll Luft. Nach genauen Versuchen des Herrn Menzies g) beträgt die Menge Luft, welche auf einmal eingeathmet wird, 40 Cubikzoll; demnach enthalten die Lungen nach dem Einathmen 149 Cubikzoll Luft, und es verhält sich die Ausdehnung der Lungen nach dem Ausathmen zur Ausdehnung derselben nach dem Einathmen = 109 : 149 oder wie 4,7769 : 6,5299; folglich ist der Unterschied 1,7530, und noch nicht einmal 2 Cubikzoll. Daher kann die Wirkung der Ausdehnung auf die Blutgefäße in der Lunge nicht so beträchtlich seyn, wie Haller angenommen hat; der Zweck des Athemholens ist folglich nicht sowohl die Ausdehnung der Lunge, sondern vielmehr die Zersetzung der eingeathmeten Luft. 6. Durch das Athemholen wird die Menge des kohlengesäuerten Gas vermehrt, die Menge des Sauerstoffgas nimmt ab, und die Stickluft bleibt unverändert. Da nun ein erwachsener

g) Tentamen physiologicum de respiratione. Edinb. 1790. im Auszuge in Grens Journal der Physik. B. VI. S. 107. f.

sener Mensch jedesmal 40 Cubikzoll Luft einathmet, und dieses in jeder Minute 18mal erfolgt, so athmet er in jeder Minute 18.40 = 720 Cubikzoll Luft ein. Nun enthalten diese 720 Cubikzoll $\frac{27}{100}$.720 = 194,4 Cubikzoll Sauerstoffgas, welches durch das Athemholen verändert wird. Bey jedem Athemzuge werden 0,05 Theile der eingeathmeten atmosphärischen Luft in Kohlensäure verwandelt: mithin erzeugen sich in jeder Minute in der Lunge eines erwachsenen Menschen 36 Cubikzoll kohlengesäuertes Gas, und in einem Tage 51840 Cubikzoll, welches beynahe 4 Pfund beträgt. 6. Wenn eine und dieselbe Luft eine Zeitlang ein- und ausgeathmet wird, so wird die Menge des Sauerstoffgas immer geringer, hingegen die Menge des kohlengesäuerten Gas immer größer, und zuletzt wird die Luft zum Athemholen ganz untauglich. Das kohlengesäuerte Gas ist aber nur schädlich, in so fern es durch seine Schwere das Eindringen des Sauerstoffgas in die Lunge verhindert. 7. Ein Theil des Sauerstoffgas wird beym Einathmen in Wasser verwandelt, und geht als solches beym Ausathmen fort. Wenn die Wärme unter 40 Grad nach Reaumür ist, so ist dieses Wasser sichtbar. Aus diesen unläugbaren Erfahrungen folgt, daß kein Thier ohne Sauerstoffgas leben kann. Es wird also zum Leben der Thiere nothwendig erfordert, daß das Blut derselben von Zeit zu Zeit, mittelbar oder unmittelbar, mit dem Sauerstoffe, oder mit der atmosphärischen Luft, welche Sauerstoffgas enthält, in Berührung komme. Bey alle dem sind aber doch noch die Antiphlogistiker über die Lehre des Athemholens unter sich nicht einerley Meynung. Nach Lavoisier verbindet sich der Sauerstoff mit dem venösen Blute nicht, sondern es sondert sich aus demselben beym Athemholen gekohl-

tes

tes Wasserstoffgas ab, und verbindet sich mit dem Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft; ferner vereinigt sich der Kohlenstoff mit dem Sauerstoffgas, und daher entsteht das kohlengesäuerte Gas, das sich beym Ausathmen findet; aus der Verbindung des Wasserstoffgas mit dem Sauerstoffgas der Atmosphäre entstehen Wasserdämpfe, welche beym Ausathmen erfolgen; und endlich rührt die veränderte Farbe des Bluts, aus der schwarzen in die rothe, ganz allein von dem Verluste des gekohlten Wasserstoffs her. Girtanner [h]) hingegen hat eine ganz andere Theorie des Athemholens gelehrt, und mit vielen Versuchen unterstützt, welche ergeben, daß wirklich eine Verbindung des Sauerstoffs mit dem venösen Blute erfolgt, und daß vorzüglich daher die Röthe des Bluts entsteht. Die Theorie ist kürzlich folgende: Beym Athmen wird die eingesogene atmosphärische Luft zersetzt, ein Theil des Sauerstoffs geht mit dem venösen Blute in Verbindung über, und gibt dadurch demselben die rothe Farbe: ein anderer Theil des Sauerstoffs verbindet sich mit dem Kohlenstoffe, welcher aus dem venösen Blute abgesondert wird, und erzeugt kohlengesäuertes Gas; ein dritter Theil des Sauerstoffs vereinigt sich mit dem Kohlenstoffe des schwärzlichen Schleims, welcher sich in den Aesten der Lunge in großer Menge absondert, und erzeugt ebenfalls kohlengesäuertes Gas; ein vierter Theil des Sauerstoffs tritt mit dem Wasserstoffgas, das sich im venösen Blute absondert, in eine Verbindung, wodurch Wasser entsteht, das beym Ausathmen wahrgenommen wird. Der Wärmestoff des

h) Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 209. f.

des zersetzten Sauerstoffgas geht theils mit dem einen Theil Sauerstoff in das venöse Blut über, und verursacht, daß die Wärme in dem arteriellen Blute größer als in dem venösen ist, wie Crawford bewiesen hat, theils verbindet er sich mit dem kohlengesäuerten Gas, und theils mit den Wasserdämpfen. Die Wirkungen des Athemholens sind also folgende: 1. Das venöse Blut verliert gekohltes Wasserstoffgas, und saugt Sauerstoffgas ein; hierdurch erhält es eine rothe Farbe, so wie die metallischen Halbsäuren, das salpetersaure Gas und einige andere Körper durch ihre Verbindung mit dem Sauerstoffe eine rothe Farbe erhalten. 2. Durch das Einsaugen des Sauerstoffgas wird die Fähigkeit des Bluts für die Wärme größer; indem überhaupt die Fähigkeit aller Körper größer wird, wenn dieselben mit dem Sauerstoffe verbunden werden. 3. Zum Theil wird das Sauerstoffgas der Atmosphäre von dem venösen Blute aufgenommen; zum Theil wird es durch den Kohlenstoff des Bluts, und den Kohlenstoff des Schleims der Lunge in kohlengesäuertes Gas verändert, und zum Theil wird es durch den Wasserstoff des venösen Bluts in Wasserdampf verwandelt. Die Produkte, welche durch das Athemholen entstehen, sind 1. arterielles Blut, 2. kohlengesäuertes Gas, 3. Wasser, 4. eine kleine Menge ungebundener Wärmestoff. Der Sauerstoff, welcher durch das Einathmen sich mit dem venösen Blute verbindet, verbreitet sich durch die Circulation in den Arterien durch alle Theile des Körpers. Er vereinigt sich mit diesem, wodurch die Wärme frey wird. Daher entsteht die thierische Wärme, vermöge welcher die Thiere eine höhere Temperatur haben, als das Mittel, worin sie leben. Hieraus lassen sich folgende Sätze herleiten: je größer die Lunge eines Thiers ist, desto

größer

größer ist die thierische Wärme, und umgekehrt, mithin ist die thierische Wärme derjenigen Thiere, welche keine Lungen haben, sehr gering; die thierische Wärme eines jeden Thiers ist im ordentlichen Verhältnisse mit der Menge von Sauerstoffgas, welche es in bestimmter Zeit einathmet; in einem kalten Mittel athmet ein Thier bey einerley Zeit weit mehr Luft ein, als in einem wärmern; und stärkere Bewegungen in der freyen Luft verursachen, daß die thierische Wärme zunimmt.

Gegen diese neuern Theorien hat Gren[1]) folgende Einwendungen gemacht: 1. werde von den Antiphlogistikern angenommen, daß der Kohlenstoff die atmosphärische Luft zersetze, sich mit ihrem Sauerstoffe verbinde, und dadurch Wärme fühlbar mache. Daher wäre das Athemholen eine Art der Verbrennung des Kohlenstoffs. Nach dem eigenen Geständniß der Antiphlogistiker soll aber der Kohlenstoff das Sauerstoffgas nicht eher als bey der Glühehitze zersetzen; folglich könne auch der Kohlenstoff des Bluts und des Lungenschleims bey der bloßen Wärme des thierischen Körpers mit dem Sauerstoff nicht kohlensäuertes Gas erzeugen. Eben so sey es mit dem Wasser beschaffen, welches beym Athemholen entstehen soll. Die Antiphlogistiker erforderten nämlich zur Erzeugung des Wassers aus Wasserstoff und Sauerstoff eine Glühehitze; mithin könne die Temperatur des thierischen Körpers dieß nicht bewirken. — Allein hierauf läßt sich antworten, daß der Kohlenstoff und der Wasserstoff des Bluts in ganz andern Verhältnissen aus

1) Systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Halle 1800. 8.

angetroffen werden, als die Kohle bey den gewöhnlichen Versuchen; und es läßt sich daher leicht denken, daß sie in diesen Verhältnissen auch ganz anders wirken müssen. — 2. läugnet auch Gren, daß das Athemholen die eigentliche Quelle der thierischen Wärme sey, er behauptet vielmehr gerade das Gegentheil, und betrachtet die Lunge als das Werkzeug zur Entlassung der Wärme aus dem Blute. Er sagt, man könne mit allem Rechte behaupten: je größer die Wärme des thierischen Körpers sey, desto mehr müsse die Lunge arbeiten, um das Blut abzukühlen. Er frägt endlich, was daraus entstehen würde, wenn sehr erhitzte thierische Körper durch das schnelle Einathmen der atmosphärischen Luft verhältnißmäßig noch mehr Hitze erhielten? Auf diese Weise könnten also alle diese Thatsachen, welche für den Ursprung der Wärme aus dem Athmen angeführt würden, eben sowohl als Beweise der Abkühlung des Bluts durch das Athmen ausgelegt werden. — Hierauf läßt sich aber antworten: Im erhitzten Zustande des thierischen Körpers geschieht zwar das Einathmen der atmosphärischen Luft desto schneller, und die thierische Wärme muß zunehmen; allein auf der andern Seite hat auch schon die gütige Natur dafür gesorgt, daß nicht nur bey heftiger Bewegung, sondern auch bey Nachlassung derselben die dem thierischen Körper schädlich werdende Wärme durch andere Wege abgeführt werde, bis im gesunden Zustande des Körpers alles nach und nach wieder ins gehörige Gleichgewicht gekommen ist.

Drittes Kapitel.

Beobachtungen und Entdeckungen in der Lehre von den Gasarten.

In diesem Zeitraume wurden durch die Bemühungen der Herren Prieſtley und Lavoiſier die wichtigſten Entdeckungen in Anſehung der Luftarten gemacht, welche den größten Einfluß auf die erheblichſten Erſcheinungen in der Natur haben, ein ganz neues Syſtem der Chemie zur Folge hatten, und ein ganz neues Feld von Unterſuchungen in dem chemiſchen Theile der Naturlehre darboten. Stoffe, welche man bisher als einfach angeſehen hatte, wurden zerlegt, Hypotheſen, welche zur Erklärung vieler Phänomene großen Beyfall erhalten hatten, widerlegt, und überhaupt beynahe der ganze Grund, auf welchem das bisherige Lehrgebäude der Chemie geſtützt war, über den Haufen geworfen. Der Gang, auf welchem der menſchliche Geiſt zu dieſen Entdeckungen geleitet wurde, muß dem Geſchichtsforſcher vorzüglich wichtig ſeyn, indem er daraus deutlich erkennt, daß die Wirkungen der Natur nur allein durch Beobachtungen und Verſuche, nicht aber durch Speculationen enthüllt werden müſſen. Ein vorzüglicher Gegenſtand der Unterſuchungen war die Entdeckung der Eigenſchaften der ſogenannten fixen Luft, von welcher man verſchiedene Meynungen hegte. Prieſtley's erſtes Unternehmen war es daher, dieſe fixe Luft einer nähern Prüfung zu unterwerfen [k]). Die Brauereyen boten ihm ein einfaches und

k) Obſervations on different kinds of air; in Philoſ. Tranſact. Vol. LXII. for the year 1772.

und leichtes Mittel dar, ſich eine große Menge dieſer Luft in einem faſt vollkommen reinen Zuſtande zu verſchaffen.

Herr Black hatte durch ſeine Verſuche erwieſen, daß dieſe Luft ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft ſey, daher ſie auch in einem offenen Glaſe ſich aus einem Zimmer in das andere tragen läßt. Dagegen führte aber Prieſtley andere Verſuche an, welche eine entgegengeſetzte Meynung zu haben verſtatteten. So läßt ſich ein Licht in ein oben offenes mit atmoſphäriſcher Luft angefülltes Gefäß ſtellen, ſolches in die fixe Luft bringen, ohne daß das Licht verlöſcht. Alſo treibt die fixe Luft die atmoſphäriſche Luft nicht aus ihrer Stelle, und iſt folglich nicht ſchwerer. Kehrt man im Gegentheil die Mündung des Glaſes um, ſo miſchen ſich beyde Luftarten gleich mit einander.

Auch hat Prieſtley wahrgenommen, daß ein Licht, eine Kohle, ein glühendes und brennendes Stück Holz augenblicklich verlöſchen, wenn man ſie in die Atmoſphäre der fixen Luft, welche die Kufe mit gährendem Biere umgibt, verſenkt. Vorzüglich merkwürdig iſt aber dieß, daß dieſe Luft den Rauch zurückzuhalten ſcheint, der auf ihrer Oberfläche ſchwimmt, ohne ſich von ihr zu trennen, daſelbſt eine, oben ſehr ebene, unten aber höckerige Lage bildet, deren Theile ziemlich tief in die Atmoſphäre der fixen Luft hinabzuhangen ſcheinen. Der Rauch des Schießpulvers hat beſonders das eigene, daß er ſich mit der fixen Luft gänzlich vereinigt, und kein Theil deſſelben in die atmoſphäriſche Luft ſteigt.

Ferner hat Prieſtley beobachtet, daß die fixe Luft des gährenden Biers ſich ſehr leicht mit dem Waſſer-

Wasserdampfe, dem Dampfe der Harze, des Schwefels und der durch Reiben erzeugten elektrischen Materie verbinde; durch die Annäherung des eisernen Draths einer geladenen Flasche wird aber diese Luft nicht elektrisch.

In einer andern Abhandlung [1], welche Priestley, kurz nach seinen ersten Versuchen über die verschiedenen Luftarten, der Akademie mitgetheilt hatte, zeigte er eine Methode, Wasser mit fixer Luft anzuschwängern, und ihm die Eigenschaften der Sauerbrunnen zu ertheilen. Sein Verfahren war dieß: er fing die durchs Brausen der Kreide mit Vitriolsäure entwickelte Luft in einer Blase auf, und ließ dieselbe mittelst eines gläsernen Hebers in eine Flasche voll Wasser, welche in einem Gefäße mit Wasser umgekehrt gestellt war, gehen, und schüttelte dieselbe. Ja die nämliche Vereinigung der fixen Luft mit dem Wasser brachte er dadurch zu Stande, daß er ein mit Wasser angefülltes offenes Gefäß nur in die Atmosphäre der fixen Luft des gährenden Biers versenkte.

Nach Priestley's Versuchen kann das Wasser die durch Gähren entbundene Luft nicht ganz einsaugen, wie rein solche auch sey; es bleibt beständig ein Antheil derselben zurück, in welchem die angezündeten Körper nicht brennen können, der aber doch zum Athmen der Thiere brauchbar ist.

Hales hatte gefunden, daß ein Gemenge von Schwefel und Eisen unter einer umgekehrten gläsernen Glocke

1) Directions for impregnating water with fixed air. Lond. 1772. 8. Anweisung, wie man das Wasser mit einer fixen Luft schwängern soll, um demselben den besondern Geist des Pyrmonter Wassers mitzutheilen. Kopenh. u. Leipz. 1774. 8.

Glocke den Umfang der unter derſelben eingeſchloſſenen Luft verminderte. Prieſtley beobachtete, daß dieſelbe Verminderung ſtatt fand, wenn man die fixe Luft, ſtatt der atmoſphäriſchen, anwandte; wunderbar war dabey noch das, daß die fixe Luft, welche an Umfang abgnommen hatte, den Thieren nicht mehr ſchädlich und von der gemeinen Luft nicht verſchieden zu ſeyn ſchien. Prieſtley glaubte hieraus ſchließen zu dürfen, daß die fixe Luft wieder gemeine Luft werden könne, wenn man ihr Brennbares wiedergebe.

Auch verſuchte Prieſtley, welche Wirkungen die fixe Luft auf die Thiere äußere; diejenigen, welche ſie einathmeten, ſtarben augenblicklich. Er bemerkte, daß ihre Lungen weiß und zuſammengefallen waren, konnte aber keine andere Urſache des Todes entdecken. Die Inſekten, z. B. Schmetterlinge, Fliegen verloren in der fixen Luft bald ihre Bewegung, und ſchienen tod zu ſeyn, aber man konnte ſie leicht wieder zum Leben bringen, wenn man ſie einem Strome gemeiner Luft ausſetzte. Auf die Fröſche wirkte ſie beynahe eben ſo, aber die Schnecken ſtarben ſogleich in derſelben, ohne wieder aufzuleben.

Nicht weniger nachtheilig war die fixe Luft den Gewächſen. Ein in die Atmoſphäre einer gährenden Biermaſſe geſtellter Stengel Waſſermünze ſtarb nach Verlauf eines Tages; rothe Roſen erhielten in derſelben, innerhalb 24 Stunden, eine Purpurfarbe; von den meiſten andern Blumen aber ward die Farbe nicht geändert.

Endlich ſuchte auch Prieſtley die fixe Luft durchs Feuer zu entbinden, und bediente ſich hiezu eines Flintenlaufs; die eine Hälfte der durch

dieß

dieß Verfahren enthaltenen Luft war im Stande, sich mit dem Wasser zu verbinden, die andere war entzündlich.

Nachdem Priestley die Untersuchung mit der fixen Luft beendigt hatte, stellte er auch Versuche mit der gemeinen atmosphärischen Luft an; er brachte nämlich in in gläsernen Glocken eingeschlossene Luft brennende Lichter und brennenden Schwefel. Die eingeschlossene Luft nahm ohngefähr $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{16}$ an ihrem Umfange ab, und diese Abnahme betrug nur $\frac{1}{3}$ der Abnahme, welche man durch das Athmen der Thiere, durch das Verderben thierischer oder vegetabilischer Stoffe, durch die Verkalkung der Metalle, oder durch die Mischung des Schwefels mit Eisenfeilspähnen bewirken konnte. Ein besonderer Umstand hiebey war der, daß diese Abnahme nicht immer sogleich erfolgte, sondern man mußte, um sie zu bewirken, die Luft zuweilen verschiedene male waschen, oder mit Wasser durchschütteln, da sich dann der fixe Theil mit demselben verband, und erst alsdann die Abnahme erfolgte.

Diese Abnahme fällt nach Priestley beynahe ganz und gar weg, wenn die Verrichtung unter einer in Queckſilber gesenkten Glocke angestellt wird, weil sich dann daselbst kein Stoff findet, welcher die Luft einzusaugen im Stande wäre.

Diese Versuche Priestley's bestätigen die Muthmaßung des Herrn Hales, daß nämlich die unter einer Glocke eingeschlossene Luft nicht im Verhältnisse der Menge des Schwefels, welcher in derselben brennt, an Umfang abnähme; Priestley zeigte noch ferner, daß diese Abnahme ihre Grenzen

habe, über welche ſie ſich nicht erſtrecken könne, und daß ſie jedesmal, da man eine hinreichende Menge Schwefel anwendet, in Rückſicht der Größe der Glocke verhältnißmäßig gleich ſtark erfolgt.

Unter einer Glocke erhält die atmoſphäriſche Luft die Eigenſchaft, daß ſie ſich mit dem Kalkwaſſer verbindet, und den Kalk niederſchlägt, man mag ein Licht, oder eine Kerze, Weingeiſt, Aether, oder einen andern Stoff, den Schwefel ausgenommen, in derſelben haben brennen laſſen; Prieſtley meint, dieſer Unterſchied rühre von dem ſauren Dunſte des Schwefels her, welcher ſich mit dem Kalke vereinige, ihn auflöſe, und verhindere, daß er nicht niederfällt.

Hales ſetzte den Grund der Abnahme des Umfangs der Luft in dem Verluſte ihrer Elaſticität; in dieſem Falle müßte aber die ſich zuſammengezogene Luft ein größeres ſpecifiſches Gewicht erhalten haben, als ſie vorher hatte. Dagegen verſichert Prieſtley, daß ſie merklich leichter geworden ſey, woraus er ſchließt, daß der ſchwerere fixe Theil der Luft gefällt werde.

Es iſt bekannt, daß eine brennende Kerze unter einer Glocke nicht lange brennt, und daß eine andere hineingebrachte ſogleich verlöſcht. Dieſen Erfolg leitet Herr von Saluces von der durch die Hitze verurſachten Ausdehnung her, und behauptet, daß, wenn man die Luft in Blaſen zuſammenpreſſe, man ſie wieder herſtellen könne. Prieſtley gibt die Richtigkeit dieſer Erfahrung zu, läugnet aber die aus derſelben gezogenen Folgen, und behauptet, dieſer Erfolg hänge nicht von der Zuſammenpreſſung allein ab, weil der Verſuch nur in Blaſen gelinge; er verſichert, daß durch

durch eine ziemlich starke Zusammenpressung der Luft in gläsernen Gefäßen die vorige Beschaffenheit derselben nicht wieder erhalten werden könne. Zur Bestärkung dieses Versuchs führt er einen andern an: Er brachte nämlich sehr heiße Luft unter eine Glocke, und stellte darin ein Licht, nahm aber nicht wahr, daß es darin schlechter, wie in kalter Luft, gebrannt hätte. Also rührt die Verlöschung der unter einer Glocke eingeschlossenen Kerze nicht von der Ausdehnung der Luft allein her.

Den Versuchen Priestley's zu Folge leben die Thiere eben so lange in einer Luft, in welcher man ein Licht angezündet hat, wie in der gemeinen; eben so verhält sich die Luft, in welcher man hat Schwefel brennen lassen, wenn nur der Dampf Zeit genug gehabt hat, sich zu setzen. Diese Luft ist Gewächsen ebenfalls nicht schädlich; Priestley hat verschiedene Arten von Pflanzen in derselben unterhalten, sie haben wenig gelitten, und was das Merkwürdigste war, die Luft ist sogar in der Folge zur Beschaffenheit der gemeinen Luft wieder hergestellt worden, und die Lichter haben eben so in derselben gebrannt.

Cavendish hatte bereits ein brennbares Gas entdeckt, das sich bey der Auflösung des Eisens und Zinks in der Vitriolsäure entwickelt (Bd. V. S. 187.). Priestley unternahm es ebenfalls, mit dem entzündbaren Gas Versuche anzustellen. Er verschaffte sich auch aus den Gewächsen, aus thierischen Stoffen und Steinkohlen brennbares Gas. Hiezu bediente er sich eines Flintenlaufs, an welchem eine gläserne Röhre oder thönerner Pfeifenstiel angebracht, und an dessen anderes Ende eine Blase gebunden war.

Die Menge des brennbaren Gas, welche bey dieſer Vorrichtung erhalten wurde, hing vorzüglich von dem Grade der Hitze ab; eine ſtarke und plötzliche Hitze lieferte 6 bis 7 mal ſo viel, als eine ſtuffenweiſe verſtärkte.

Ein 10 bis 12 Gran wiegendes Stück Eichenholz gab gemeiniglich ein Maaß von entzündbarem Gas, welches eine Hammelblaſe anzufüllen im Stande war, aber allezeit unter der Vorausſetzung, daß die Hitze ſchnell wirkte.

Prieſtley erinnert hiebey, daß die Luft, welche man durch Auflöſungen erhalte, deſto entzündlicher ſey, je ſchneller das Brauſen erfolge; geſteht aber, daß die entzündliche Luft durch Blaſen, ja ſogar durch Kork dringe, und man ſie auf keine andere Weiſe aufbewahren könne, als wenn man die Flaſchen, in welchen ſie befindlich iſt, genau verſchließt, und verkehrt mit dem Halſe in ein Gefäß voll Waſſer ſtellt.

Hiernächſt unterſucht nun Prieſtley die Wirkung des entzündbaren Gas auf das Waſſer, und bemerkt gleich Anfangs, daß ſie, in einem umgekehrt in einem Gefäße voll Waſſer geſtellten Trinkglaſe aufbewahrt, auf der Oberfläche dieſes Waſſers einen ockergelben fixen Stoff abſetze, wenn ſie aus dem Eiſen, und einen weißen, wenn ſie aus dem Zink gewonnen ſey.

Die entzündbare Luft verband ſich zwar mit dem Waſſer nicht ſo leicht, als die fixe Luft; allein durch ſtarkes Schütteln ging ſie doch eine Verbindung damit ein. Dadurch ward ohngefähr ein Viertel der entzündbaren Luft eingeſogen; hält man aber ſehr lange mit dem

dem Schütteln an, so hörte die Luft auf, entzündbar zu seyn, und der Rückstand schien von der atmosphärischen Luft gar nicht verschieden zu seyn.

Die aus dem Eichenholze gewonnene Luft hatte das Besondere, daß das Wasser die Hälfte ihres Volumens einsaugen konnte. Der Rückstand war übrigens, wie bey dem vorigen Versuche, bloß gemeine Luft.

Was die Wirkung dieser Luft auf Thiere und Gewächse betrifft, so wurden die erstern in derselben beynahe auf dieselbe Art, wie in der fixen Luft, mit Zuckungen befallen, auf welche bald der Tod erfolgte; dabey blieb die Luft von einer und der nämlichen Beschaffenheit. In Ansehung der Gewächse schien die entzündliche Luft ihrem Wachsthume nicht schädlich zu seyn.

Diese Versuche brachten Herrn Priestley auf den Gedanken, daß vielleicht verschiedene durch einander gemischte Luftarten einander verbessern könnten. Daher versuchte er, entzündliche Luft mit der von Thieren geathmeten zu mischen, und nahm wahr, daß die daher entstandene Luft nicht mehr entzündbar war. Mit der Mischung der entzündlichen und der fixen Luft war dieß aber nicht der Fall, sondern diese beyden Luftarten behielten ihre entzündbare Beschaffenheit, und schienen sogar so wenig Wirkung auf einander zu äußern, daß sie, nachdem sie drey Jahr so gemengt gestanden hatten, leicht durch bloßes Schütteln mit Wasser geschieden werden konnten; alle fixe Luft ward eingesogen, und der Rückstand war eben so entzündbar, wie zuvor.

Nach Prieſtley's Meynung iſt die entzündbare Luft mit Brennbarem geſchwängert, ob ſie gleich wegen der großen Verwandtſchaft, welche die Säure zum Brennbaren hat, weder vom Vitriolöl, noch vom Salpetergeiſt eingeſogen werde; ſie verbinde ſich auch eben ſo wenig mit den Dämpfen des rauchenden Salpetergeiſtes, und ihre Entzündbarkeit nehme hiebey nicht einmal ab.

Hierauf unterſuchte Prieſtley diejenige Luft, in welcher Thiere einige Zeit geathmet hatten. Wenn ein Thier in ſolche Luft gebracht wird, ſo ſtirbt es beym erſten Athemzuge. Indeſſen ſchien es, als ob ſich die Thiere bis zu einer gewiſſen Stufe zum Einathmen dieſer ſchädlichen Luft würden gewöhnen können. Prieſtley beobachtete nämlich, daß, wenn ein Thier lange in derſelben Luft ausgehalten hatte, ob es ſich gleich noch ſehr wohl befand, und man ein anderes Thier hineinbrachte, letzteres auf der Stelle ſtarb, erſteres hingegen noch einige Minuten am Leben blieb. Junge Thiere hielten dieſe Probe länger als alte aus.

Die Luft, welche zum Athmen der Thiere gedient hat, iſt der Beſchaffenheit der fixen Luft darin nahe gebracht, daß ſie ſich mit dem Kalke verbinden und ihn unter der Geſtalt der Kalkerde niederſchlagen kann; iſt aber von derſelben darin verſchieden, daß ſie 1. bey der Miſchung mit gemeiner Luft an Umfang abnimmt, ſtatt daß die fixe Luft zunimmt; 2. daß ſie Waſſer berühren kann, ohne von demſelben eingeſogen zu werden; 3. daß Inſekten und Gewächſe in derſelben leben können, welche in der fixen Luft ſterben.

Nachher zeigt Prieſtley, daß zwiſchen dieſer Luft, und der, in welcher man Thiere oder Gewächſe

wächse hat faulen lassen, eine sehr vollkommene Aehnlichkeit statt finde; beyde löschen brennende Kerzen aus und tödten Thiere; beyde fällen das Kalkwasser ebenfalls; endlich sind beyde gleich schwer, und beyden kann die Beschaffenheit der gemeinen Luft durch dieselben Mittel wieder ertheilt werden. Aus dieser Aehnlichkeit schließt Priestley, der hauptsächlichste Nutzen der Lungen bey den Thieren bestehe darin, daß sie eine Ausleerung fauler Ausflüsse bewirken, welche die lebenden Körper auf eben die Art zur Verderbniß bringen würden, wie solche nach dem Absterben verderben.

Priestley war neugierig, die Abnahme zu bestimmen, welche die Luft durch Verderbniß thierischer Stoffe, oder durchs Athmen der Thiere, an ihrem Volumen erlitte. Er ließ eine Maus in einer gegebenen Menge Luft faulen; die ersten Tage nahm sie an Umfang zu, aber nachher ab, und 8 bis 12 Tage nachher betrug die Abnahme bey einer warmen Witterung $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{5}$. Zuweilen ward die Abnahme nicht eher merklich, als nachdem man diese Luft zwey bis dreymal durch Wasser hatte gehen lassen; eben so war es mit der Luft, welche Thiere eingeathmet hatten, und mit der, in welcher man Lichter hatte brennen lassen; durch dieselben Mittel konnte ihr Volumen vermindert werden.

Priestley nahm bey Wiederholung dieser Versuche Queckſilber statt Wasser, und wurde während den ersten Tagen einen starken Zuwachs am Umfange der Luft gewahr, welcher ohngefähr $\frac{1}{20}$ betrug; nachher zeigte sich zwey Tage hindurch keine Veränderung; als er aber Wasser in die Glocke ließ, ward ein Theil der Luft eingesogen, und ihr Umfang nahm um $\frac{1}{6}$ ab. Kalkwasser ward trübe und gefällt, zum Beweise,

daß dieſe Luft zum Theil die Beſchaffenheit der fixen Luft hatte.

Als Prieſtley Mäuſe in ein Gefäß geſetzt hatte, deſſen Mündung ebenfalls in Queckſilber geſtellt war, ſo hat er nicht bemerkt, daß die Luft nach dem Tode derſelben ſehr abgenommen hätte; als er aber die Mäuſe herausgenommen und Kalkwaſſer in das Gefäß gethan hatte, nahm die Luft an Umfang ab und der Kalk ward niedergeſchlagen.

Hierauf brachte Prieſtley todte Mäuſe in Gefäße, welche ganz mit Waſſer angefüllt waren, und ſtürzte ſolche in Gefäße, die ebenfalls mit Waſſer angefüllt waren, um auch die Ausflüſſe aus den faulenden Thieren beſonders unterſuchen zu können; es ward eine beträchtliche Menge elaſtiſcher Materie entbunden, welche vom Waſſer nicht eingeſogen ward, aber demſelben einen verdorbenen Geruch mittheilte, der von außen wahrzunehmen war. Den nämlichen Verſuch ſtellte er in einem mit Queckſilber angefüllten Gefäße an und ſah eine beträchtliche Entbindung einer Luft erfolgen, welche vom Kalkwaſſer auf dieſelbe Weiſe eingeſogen ward, als fixe Luft. Dieſe beyden letzten Verſuche ſchienen mit den vorhergehenden im Widerſpruche zu ſeyn, indem nämlich die Fäulniß der thieriſchen Stoffe den Umfang der gemeinen Luft, in welcher ſie eingeſchloſſen waren, verminderte; dahingegen ſich bey den letzten Verſuchen eine beträchtliche Menge elaſtiſcher Materie entwickelte. Prieſtley ſuchte dieſe Erſcheinungen mit einander ſo zu vereinigen, daß die Ausflüſſe der Fäulniß eine mit andern Ausdünſtungen gemiſchte fixe Luft ſey, welche die Eigenſchaft beſitze, den Umfang der gemeinen Luft in dem Maaße, wie ſie ſich mit derſelben verbinde,

de, zu vermindern. Diese Vermuthung bestätigte sich aber nicht; denn, als er die durch Fäulniß entbundene Luft mit gemeiner zu mischen versuchte, bemerkte er keine Abnahme am Umfange.

Alle diese Erscheinungen lassen sich nach Priestley abändern, wenn man die Umstände bey den Versuchen verändert. Thut man z. B. ein Stück gekochtes oder rohes Rind- oder Hammelfleisch unter ein mit Queckſilber angefülltes Trinkglas, und erwärmt die Mischung bis zu einem Grade, welcher wenigstens der Blutwärme gleich ist, so wird während 1 oder 2 Tagen eine beträchtliche Menge Luft erzeugt, von welcher etwa $\frac{1}{7}$ vom Wasser eingesogen wird, und der Ueberrest entzündbar ist. Eine Maus liefert bey gleichem Verfahren und demselben Wärmegrade eine faule Ausdünstung, welche die Flammen brennender Kerzen verlöscht.

Die durch Gewächse unter eben denselben Umständen hervorgebrachte Luft war beynahe ganz fix und enthielt keinen entzündbaren Theil. Gekochter oder roher Kohl lieferte völlig eben solche Produkte, als diejenigen, welche man von den thierischen Stoffen erhält.

Das Athmen der Thiere, die Gährungen, das Verbrennen, und die Ausflüsse jeder Art würden die Atmosphäre bald verderben und allen Thieren schädlich machen, wenn die Natur nicht Mittel hätte, der verdorbenen Luft die Beschaffenheit der gemeinen wieder zu geben. Mit diesem Gegenstande hat sich Priestley sehr beschäftigt, und seine Versuche haben ihm etwa folgendes Resultat gegeben. Er fand gleich anfänglich, daß das bloße Schütteln mit Wasser der

ſchädlichen Luft ihre ſchädliche Eigenſchaft nicht benehmen konnte, wofern dieſes Schütteln nicht ſehr lange fortgeſetzt ward, ein Fall, welcher in der gewöhnlichen Wirkung der Natur nicht ſtatt finden kann. Nachher hat er dieſe Luft mit der von verpuffendem Salpeter entbundenen Luft und mit dem Dunſte des Schwefels zu mengen verſucht, und dieſes Gemenge der Hitze ausgeſetzt; allein alle dieſe Verſuche waren fruchtlos. Ein einziges Mittel ſchien ihm zu gelingen, und der Luft die geſunde Beſchaffenheit wieder zu geben, wobey er zugleich vermuthete, daß dieß der Weg ſey, deſſen ſich die Natur bediene; dieß war nämlich das Wachſen der Gewächſe. In dieſer Hinſicht hat er eine ſehr große Menge von Verſuchen angeſtellt, aus welchen folgt, daß, wenn man Pflanzen unter Glocken, welche mit verdorbener Luft angefüllt ſind, einſchließt, ſolche in derſelben wachſen, und die Luft nach Verlauf einiger Tage eben ſo geſchickt zum Athmen der Thiere werde, als es die atmoſphäriſche Luft iſt.

Auch hat Prieſtley beobachtet, daß eine Vermiſchung aus 4 Theilen fixer und 1 Theil verdorbener Luft eine zum Athmen dienliche Luft liefere; da aber dieſe Miſchung nur mit Hülfe verſchiedener Durchlaſſungen, aus einem Gefäße ins andere, durch Waſſer angeſtellt werden konnte, ſo fürchtet er, daß ſelbſt dieſe Durchlaſſungen eben ſo viel und vielleicht noch mehr, als die Beymiſchung der fixen Luft, beygetragen haben möchten, die Luft geſund zu machen.

Ferner behauptet Prieſtley, eine jede verdorbene Luft, ſie möge durchs Athmen, durch Fäulung, durch Dämpfe glühender Kohlen, durchs Verkalken der Metalle, durch eine Miſchung aus Schwefel und Eiſen-

Eisenfeilspähnen, oder aus Oel und Bleyweiß entstanden seyn, könne durch anhaltendes Schütteln mit Wasser jederzeit wieder unverdorben hergestellt werden. Das Volumen der Luft nimmt bey dieser Verrichtung ab, wenn man Wasser, das von Luft gereinigt ist, anwendet, hingegen nimmt es zu, wenn man Brunnenwasser dazu nimmt. Diese allgemeine Behauptung scheint aber dem, was Priestley an einem andern Orte behauptet hatte, zu widersprechen, daß nämlich das Schütteln mit Wasser der verdorbenen Luft ihre schädliche Eigenschaft zu benehmen nicht hinreiche.

Aus Hales Versuchen war es bekannt, daß ein aus gepulvertem Schwefel und Eisenfeilspähnen mit Wasser gemengter Teig den Umfang der Luft, in welche man ihn bringt, beträchtlich verändere. Priestley wiederholte diesen Versuch unter Glocken, welche in Quecksilber und Wasser gesenkt waren. Die Abnahme der Luft war in beyden Fällen gleich, konnte aber nach seinen Beobachtungen nicht über $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ des ganzen Umfangs der unter der Glocke befindlichen Luft betragen. Die auf diese Weise veränderte Luft ist leichter als die gemeine, fällt aber das Kalkwasser nicht.

Diesen letztern Umstand eignet Priestley dem sauren Dampfe zu, welcher während der Verrichtung von dem Gemenge ausgedunstet sey, sich mit der Luft verbunden habe, und den Kalk auflöse, anstatt ihn niederzuschlagen. Sein Beweis dieser Behauptung ist der, weil das Wasser, welches hiebey gebraucht wird, einen flüchtigen Schwefelgeist-Geruch erhalte. Stellt man aber diesen Versuch, statt der gemeinen, in solcher Luft an, welche schon durch die Flamme brennender

nender Kerzen oder durch Fäulniß vermindert worden iſt, ſo iſt ihre Abnahme derjenigen, welche man in der gemeinen Luft erhalten haben würde, beynahe gleich.

Dieſelbe Miſchung bewirkt in der entzündbaren Luft eine Abnahme von $\frac{1}{9}$ oder $\frac{1}{10}$ am Volumen. Prieſtley hat noch bemerkt, daß die Luft, in welcher ein Gemenge von Schwefel und Eiſenfeile geſtanden hat, den Thieren ſehr ſchädlich war; durch Berührung mit Waſſer ward ſie aber nicht heilſamer.

Beym Leſen in des D. Hales Werke wurde Prieſtley beſonders auf das Gas, das erſterer aus Waltoner Kieſen mit Scheidewaſſer gewann, aufmerkſam; er glaubte aber anfänglich, daß es allein aus dieſen Kieſen entwickelt werden könne. Es traf ſich aber nachher, daß er im Jahre 1772. zu London mit Cavendiſh davon ſprach, welcher ihm ſagte, daß wahrſcheinlich die Röthe bey der Miſchung mit atmoſphäriſcher Luft allein von dem Salpetergeiſte abhinge, und daß man daſſelbe Gas auch aus andern Kieſen, ja ſelbſt aus Metallen erhalten könne. Hierauf ſtellte Prieſtley auch wirklich den erſten Verſuch mit einer Auflöſung von Meſſing am 4ten Jun. 1772. an, und entdeckte dieſe Gasart, welcher er den Nahmen Salpetergas beylegte. Man gewinnt es überhaupt bey den Auflöſungen von Eiſen, Kupfer, Meſſing, Zinn, Silber, Queckſilber und Nickel durch Salpeterſäure, wie von Gold und Spiesglanz durch Königswaſſer.

Dieſe Luft riecht ſehr ſtark, unangenehm, und iſt wenig vom rauchenden Salpetergeiſte verſchieden; ſie beſitzt die beſondere Eigenſchaft, daß ſie trübe wird, eine dunkele, ins Pommeranzengelbe fallende Röthe

she erhält und eine starke Hitze bewirkt, wenn sie mit der atmosphärischen Luft gemischt wird, wobey die Mischung zugleich beträchtlich an Umfang abnimmt.

Nach Priestley's Behauptung trifft diese Abnahme hauptsächlich die gemeine Luft, jedoch nicht ganz, sondern die Salpeterluft trägt auch das ihrige dazu bey. Er beweist dieß durch die schwächere oder stärkere Abnahme, welche er an dem Umfange beyder Luftarten nach den verschiedenen Verhältnissen, in welchen er sie mit einander mischte, bemerkt hat. Wenn er z. B. 1 Maaß Salpeterluft mit 2 Maaß gemeiner Luft mischte, so hat der ganze Umfang, nach einigen Minuten und nachdem das Brausen aufgehört hatte, nicht 3 Maaß, wie es hätte seyn sollen, sondern nur 2 Maaß weniger $\frac{1}{5}$ betragen. Nahm er hingegen mehr Salpeterluft als gemeine, so gab die Mischung ein kleineres Maaß, als beyde zusammen betrugen, aber ein größeres, als die Salpeterluft ausmachte, welches Herrn Priestley nicht anders erklärbar zu seyn schien, als wenn man annehme, die stärkste Abnahme erleide die gemeine Luft.

Das Verhältniß von $\frac{2}{3}$ gemeiner Luft gegen $\frac{1}{3}$ Salpeterluft war ohngefähr das, welches den Sättigungsgrad gab. That man alsdann frische Salpeterluft hinzu, so erfolgte weder Röthe, noch Brausen, und der ganze Umfang blieb genau der Summe des Umfangs beyder zusammengenommen gleich.

Allem Vermuthen nach saugt das Wasser, welches zur Einschließung der Luft unter der Glocke bey dieser Mischung gebraucht wird, einen Theil Luft ein;

ein; auch beträgt die Abnahme am Volumen wirklich weniger, wenn man Quecksilber statt Wasser nimmt. 2 Theile gemeine Luft gegen 1 Theil Salpeterluft geben alsdann durch ihre Verbindung mit einander, statt 2 Theile weniger $\frac{1}{9}$, 2 Theile und $\frac{1}{7}$; läßt man alsdann Wasser unter den Apparat, so saugt es einige Theile Luft ein, aber die Abnahme am Gewicht geht nicht so weit, als wenn die Mischung sogleich über Wasser angestellt worden wäre.

Die Salpeterluft brauset weder mit der fixen, noch mit der entzündbaren, noch überhaupt mit jeder verminderten Luft; auch erfolgt alsdann keine Abnahme am Umfange. Je gesunder hingegen die Luft ist, desto beträchtlicher ist die Abnahme am Umfange, und dieser Umstand hat Herrn Priestley ein Mittel, die gesunde Luft von der ungesunden zu unterscheiden, an die Hand gegeben, welches er, seit dieser Entdeckung, der Probe mit Thieren vorgezogen hat, was in der Folge erzählt werden wird.

Die Salpeterluft ist im Stande, vom Wasser eingesogen zu werden, besonders wenn es von Luft gereinigt ist; über den Betrag dieser Einsaugung gibt Priestley Resultate an, welche nicht genau mit einander übereinzustimmen scheinen. Ist diese Luft einmal mit dem Wasser in Verbindung getreten, so hält es schwer, sie von demselben zu trennen; im luftleeren Raume erhält man kaum ein Bläschen, und das Wasser behält immer den nämlichen Geschmack, wenn man es auch noch so lange darin stehen läßt. Inzwischen hat er gefunden, daß das Wasser, wenn es eine Nacht hindurch erhitzt ward, einen stumpfen Geschmack erhielt, und sich ein Häutchen, ein Schaum, von demselben schied, welcher ihm ein Antheil des Kalks

zu

zu seyn schien, den das Metall, aus welchem diese Luft sich entwickelt hatte, lieferte. Das mit Salpeterluft geschwängerte Wasser läßt sich leicht in Flaschen erhalten; sogar in offenen und an einen warmen Ort gestellten hat Priestley nie wahrgenommen, daß es die geringste Veränderung erlitt.

Wenn in die Luft, in welcher das angeführte Gemisch von Schwefel, Eisenfeile und Wasser sich befand, Salpeterluft gebracht ward, so erlitt die Luft, innerhalb 1 Stunde, eine Verminderung bis auf $\frac{1}{4}$ ihres Umfangs. Bey dieser Mischung geht ein sichtbares Brausen vor und die Hitze dabey ist so beträchtlich, daß man die Hand nicht an die Glocke halten kann, welche sie enthält. Der Rückstand ist von der nämlichen Beschaffenheit, als die gemeine Luft, in welcher die Mischung von Schwefel und Eisenfeile gestanden hat, und nicht mehr im Stande, weiter verringert zu werden.

Salpeterluft mit entzündbarer Luft vermischt ward noch entzündbarer. Die Flamme dieses angezündeten Gemisches sah grün aus; nach Priestley rührt dieser Umstand von der Beschaffenheit der Luft selbst her, und hängt keinesweges von dem Metalle ab, aus welchem sie gewonnen wurde.

Eine sonderbare Erscheinung ist die, daß die Salpeterluft allemal ein gleiches specifisches Gewicht mit der atmosphärischen Luft behält, sie mag vor sich allein, oder mit gemeiner Luft versetzt worden seyn. Priestley konnte daher nicht begreifen, auf welche Art die Salpeterluft eine Verminderung des Umfangs der gemeinen Luft bewirken könne.

Den Gewächſen iſt die Salpeterluft äußerſt ſchädlich; ſie mag rein, oder mit gemeiner Luft bis zum Grade der Sättigung gemiſcht worden ſeyn, ſo ſterben die Pflanzen, welche man in derſelben einſchließt, in kurzer Zeit.

Metalle, welche in dieſer Luft verkalkt werden, äußern keine merkliche Wirkung auf dieſelbe. Endlich hat Prieſtley gefunden, daß ſie eine viel größere fäulnißwidrige Kraft, als die fixe Luft, beſaß und Fleiſch ſehr lange vor dem Verderben bewahren konnte.

Cavendiſh hatte bewieſen, daß Luft, welche man durch eine glühende eiſerne Röhre gehen ließ, in welcher Kohlenſtaub ſich befand, ohngefähr um $\frac{1}{10}$ an ihrem Umfange abnahm, und auch bemerkt, daß man bey dieſer Vorrichtung fixe Luft erhielt. Prieſtley hat dieſe Verſuche wiederholt, und gleiche Reſultate erhalten. Er veränderte dieſen Verſuch, indem er ihn, mit Hülfe eines Brennglaſes, unter einer gläſernen Glocke wiederholte, und bewirkte dadurch eine Abnahme von $\frac{1}{5}$ am Umfange der Luft; der Rückſtand war zum Theil fixe, zum Theil entzündbare Luft. Merkwürdig dabey iſt, daß, wenn die Kohle durch ein ſehr ſtarkes Feuer gebrannt wird, keine merkliche Abnahme am Umfange der Luft erfolgt. Prieſtley eignet dieſen Erfolg der entzündbaren Luft zu, welche in dem letztern Falle von der Kohle entbunden wird und die Stelle des eingeſogenen Antheils der Luft einnimmt. Zur Beſtärkung dieſer Behauptung führt er noch an, daß eine mittelmäßig gebrannte Kohle keine Spur entzündbarer Luft liefere. Wenn man die Verbrennung der Kohle hingegen, anſtatt über Waſſer, über Queckſilber anſtellt, ſo erfolgt keine Abnahme mehr am Umfange der Luft,

Luft, sondern man bemerkt sogar einen Zuwachs, entweder mittelst der fixen Luft, welche entbunden wird, oder mittelst der entzündbaren Luft. Bringt man darauf Kalkwasser in die Luft, so wird es auf der Stelle gefällt, und die Luft um $\frac{1}{7}$ vermindert; aber ein besonderer Umstand war der, daß die Kohle, welche Priestley zu diesem Versuche angewandt hatte, und welche 29 Gran wog, am Ende genau eben so schwer befunden ward.

Die durchs Verbrennen der Kohle verminderte Luft ließ kein Licht brennen, war den Thieren im höchsten Grade schädlich, brauste nicht mehr mit der Salpeterluft, war keiner Verminderung mehr fähig, man mochte von neuem Kohlen in ihr brennen, ein Gemenge von Eisenfeil und Schwefel in sie stellen, oder sonst irgend ein anderes Mittel anwenden.

Priestley glaubte, daß die Abnahme des Umfangs der Luft durch das Verbrennen der Kohle von der stärkern Schwängerung mit dem Brennbaren herrühre. Die Verkalkung der Metalle bot ihm ein anderes Mittel dar, einen ähnlichen Erfolg zu bewirken, d. i. nach seiner Meynung, eine Ausdünstung vom Brennbaren zu erhalten. Er hing zu diesem Ende Stücke von Bley und Zinn in gegebenen Maaßen Luft auf, und ließ den Brennpunkt eines Brennglases auf dieselben fallen. Die Luft ward bey dieser Verrichtung um $\frac{1}{4}$ vermindert; der Rückstand braußte nicht mehr mit der Salpeterluft, war Thieren tödlich, wie Luft, in welcher Kohlen gebrannt hatten, und keiner Verminderung durch ein Gemenge aus Schwefel und Eisenfeile mehr fähig. Durch Waschen im Wasser verlor diese Luft alle ihre Schädlichkeit, und ward der gemeinen Luft sehr nahe gebracht. Priestley

mochte Bley oder Zinn zu diesem Versuche angewandt haben, so schien ihm die rückständige Luft beständig einerley zu seyn. Er nahm wahr, daß in beyden Fällen ein gelblicher Dampf von den Metallen aufstieg, von welchem sich ein Theil oben an die Glocke ansetzte, und ein Theil auf die Oberfläche des Wassers niedersenkte.

Stürzte man die Glocke, in welcher die Metalle befindlich waren, statt des gemeinen Wassers in Kalkwasser um, so ward solches nicht gefällt, aber seine Farbe, Geruch und Geschmack dadurch ansehnlich verändert. Bediente man sich endlich des Queckſilbers anstatt des Kalkwassers, so nahm die Luft nur um $\frac{1}{5}$ ab, statt daß die Abnahme vorher $\frac{1}{4}$ betrug, und wenn man hernach Wasser in dieselbe Luft hineinließ, so nahm man nicht wahr, daß es irgend einen Theil derselben einsog.

Priestley scheint die Verkalkung der Metalle in entzündbarer, fixer und Salpeterluft vergebens versucht zu haben, allein in einer Luft, in welcher keine Kohle mehr brannte, beobachtete er, daß sie noch verkalkt werden konnten.

Priestley erklärt alle diese Erscheinungen durch die Ausscheidung des Brennbaren; dieses Wesen, welches von der glühenden Kohle und den Metallen entbunden wird, verbindet sich, seiner Meynung nach, mit der Luft, und vermindert den Umfang derselben; wird hernach Wasser mit dieser Luft geschüttelt, so entzieht es ihr das Brennbare, und die Luft erhält ihre natürliche Beschaffenheit wieder. Auch vermuthet er, daß das Wachsen der Gewächse die schädlich gewordene Luft ebenfalls durch Einsaugung des Uebermaaßes vom Brennbaren verbessere.

Prieſt-

Priestley wurde durch diese Betrachtungen auf die schädlichen Wirkungen aufmerksam, welche frische Oelgemälde mit Bleyweiß verursachen. Dieser Stoff ist nach Priestley bloß ein unvollkommener Bleykalk; auch fand sich, daß verschiedene Stücke Papier, damit angestrichen und unter eine Glocke gelegt, nach 24 Stunden eine Verminderung der Luft um $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ bewirkten; die rückständige Luft glich der, in welcher man Metalle verkalkt hat, braußte nicht mehr mit der Salpeterluft, war keiner Verminderung, durch ein Gemenge aus Schwefel und Eisenfeil, mehr fähig, und ward durch bloßes Schütteln mit Wasser leicht wieder hergestellt.

Cavendish hatte wahrgenommen, daß sich eine Luftart entwickelte, welche sogleich vom Wasser eingesogen wurde, wenn er Kochsalzsäure auf Kupfer gegossen hatte. Diese Beobachtung gab Priestley'n Veranlassung, mehrere Versuche mit Aufgüssen von verschiedenen Säuren auf Metalle anzustellen, und er entdeckte, daß der Dampf, welcher sich bey Vermischung des gemeinen Salzes mit Schwefelsäure erzeugt, in luftförmiger Gestalt dargestellt werden könne.

Priestley fing diese Luftart in einem mit Queckfilber angefüllten und in Queckfilber umgekehrt gestellten Gefäße auf; als er aber Wasser hinzuließ, verschwand sie beynahe ganz und es blieb bloß ein Antheil entzündbarer Luft übrig.

Diese Luft macht das Wasser milchig, aber er meint, daß seine milchige Farbe nicht von der Fällung des Kalks, sondern von einem besondern Umstande herrühre, welchen er noch nicht zu ergründen Gelegenheit gehabt habe.

Die Auflöſung des Bleys in der Salzſäure zeigt die nämlichen Erſcheinungen; die dabey aufſteigenden elaſtiſchen Dämpfe nehmen, wenn ſie Waſſer berühren, um $\frac{3}{4}$ an ihrem Umfange ab, und das zurückbleibende $\frac{1}{4}$ iſt entzündbar. Von dem bey der Auflöſung des Eiſens im Salzgeiſte ſich entwickelnden Dampfe verlor ſich nur $\frac{1}{8}$ bey der Berührung des Waſſers. Von dem Dampfe der Zinnauflöſung verſchwand $\frac{1}{6}$, und von dem Dampfe der Zinkauflöſung nur $\frac{1}{10}$; die aus dem Eiſen entwickelte und rückſtändige Luft gab eine blaſſe grünliche, oder bläuliche Flamme. Nach Prieſtley wird dieſer Dampf wirklich vom Waſſer eingeſogen, und er glaubt überzeugt zu ſeyn, daß es einen Grad der Sättigung gebe, über welchen das Waſſer nichts mehr aufnehmen könne.

Dieſe elaſtiſchen Dämpfe ſind nach Prieſtley's Beobachtungen viel ſchwerer, als die Luft; $2\frac{1}{2}$ Gran Regenwaſſer können 3 Maaß Dämpfe, jedes von 1 Unze Waſſer, einſaugen, worauf das Waſſer noch einmal ſo viel wiegt, und $\frac{1}{3}$ am Umfange zugenommen hat. Dieſelben Dämpfe äußern, Prieſtley'n zu Folge, eine ſehr ſtarke Neigung, ſich mit dem Brennbaren zu verbinden, und entziehen es allen übrigen Stoffen. Dieſer Umſtand bewog Prieſtley'n, zu glauben, daß die entzündbare Luft bloß eine Verbindung eines in Dampfgeſtalt befindlichen ſauren Weſens mit dem Brennbaren ſey. In dieſer Meynung wurde er vorzüglich dadurch beſtärkt, weil entzündbare Luft entſtand, wenn er Weingeiſt, Olivenöl, Terpentinöl zu dieſen Dämpfen goß, und Kohlen, Phosphor, ja ſogar Schwefel dazu miſchte.

Prieſtley hing ferner ein Stück Salpeter in dieſe elaſtiſchen Dämpfe auf; dieß Stück ward augenblick-

blicklich auf dieselbe Art mit einem weißen Rauche umgeben, als wenn man diese Luft mit Salpeterluft gemischt hätte. Dieser Versuch zeigte, daß der Salzgeist in Dampfform in einigen Fällen stärker als die Salpetersäure sey, solche zerlegen, und Theile von ihren Grundtheilen forttreiben könne.

Fast alle Flüssigkeiten saugen die Dämpfe des Salzgeistes sehr schnell ein; Leinöl thut es langsamer als die übrigen, sieht dabey schwarz aus, und wird klebrig.

Ferner brachte Priestley schwaches Bier in eine Phiole, und stellte es unter ein umgekehrt in Wasser gestelltes Gefäß; in den ersten Tagen ward Luft entbunden, darauf erfolgte nach und nach eine Abnahme, welche bis ohngefähr $\frac{1}{10}$ der anfänglichen Menge der Luft betrug. Nach dieser Zeit war das Bier sauer; die rückständige Luft löschte Lichter aus; als er sie aber mit viermal so viel fixer Luft zu vermischen versuchte, konnte eine Maus in selbiger, wie in gemeiner Luft, leben.

Priestley nahm den Grundsatz an, daß alle künstliche Luft den Thieren schädlich sey, ausgenommen diejenige, welche man durchs Verpuffen aus dem Salpeter erhält, als in welcher ein Licht brennt, und die Flamme desselben sogar mit einer Art von Zischen zunimmt, wenn die Luft frisch entbunden ist, weil sie alsdann noch einige Antheile unzerlegten Salpeters enthalte. Als Priestley solche Luft ein Jahr lang aufbewahrt hatte, fand er sie Thieren äußerst schädlich; nachdem er sie aber mit Regenwasser wusch, ward sie wieder gesund, und braußte mit der Salpeterluft eben so, wie die gemeine Luft.

Auch hat Prieſtley die Wirkung des Kamphers und des flüchtigen Laugenſalzes auf die Thiere verſucht. Eine Maus, welche in eine mit dieſen Dämpfen angefüllte Flaſche gethan ward, empfand keine große Beſchwerde von denſelben.

Endlich hat Prieſtley noch vorläufige Verſuche mit gemeiner Luft angeſtellt. Er brachte Gefäße mit gemeiner Luft angefüllt umgekehrt in ſiedendes Waſſer, in kurzer Zeit wurden $\frac{4}{7}$ dieſer Luft eingeſogen, und der nachgebliebene Antheil löſchte die Flamme aus, war aber den Thieren nicht ſchädlich. Die eingeſogenen Mengen waren nicht allemal völlig gleich, ſondern hingen von der Beſchaffenheit des angewandten Waſſers ab.

Luft, von welcher auf ſolche Art ein Theil vom Waſſer eingeſogen iſt, kann, ſogar durchs Wachſen der Pflanzen, nicht leicht wieder hergeſtellt werden.

Prieſtley beobachtete, daß ein Nößel Waſſer aus ſeinem Brunnen $\frac{1}{4}$ eines Waſſerunzen-Maaßes Luft enthielt, welche Lichter verlöſchte, aber den Thieren unſchädlich war.

Er bewahrte gemeine Luft eine lange Zeit in Flaſchen zu der Abſicht auf, um gewiß zu werden, ob ſie nicht mit der Zeit durch Stillſtehen verderben würde; als er ſie nachher verſuchte, fand er ſie eben ſo geſund, als in dem Augenblicke, da er ſie eingeſchloſſen hatte, und ſie braußte eben ſo gut mit der Salpeterluft.

Man kann leicht denken, daß zu derſelben Zeit, als D. Prieſtley mit dieſen ſeinen erſten Verſuchen über die Luftarten beſchäftigt war, andere Chemiker und Phyſiker ebenfalls dieſen Gegenſtand weiter zu verfolgen

olgen suchten, besonders da man die fixe Luft als eine ußerst wichtige Sache für die Chemie und Naturlehre etrachtete. Wirklich haben auch die Herren Bergmann, Lavoisier, Rouelle, Baumé, Weigel, Scheele und mehrere andere mit Priestley, ohne seine Entdeckungen vorher gekannt zu haben, wenigstens zum Theil nicht, Untersuchungen über die verschiedenen Luftarten angestellt, und sehr wichtige Folgen daraus gezogen.

Sehr lange war es schon bekannt, daß man durch Anschwängerung des Wassers mit fixer Luft den natürlichen Sauerbrunnen nachmachen könne. Eben dieß hatte auch Bergmann [m]) bewirkt; er ging aber noch weiter, und bewies, daß unsere Atmosphäre, welche man bisher als ein einfaches Wesen angesehen hatte, beständig einen Antheil fixer Luft, die er lieber Luftsäure nennen wolle, enthalte. Er sagt, caustisches Alkali wird in offener Luft täglich gemildert. Man glaube wohl ziemlich allgemein, es sey kein Unterschied zwischen dem sogenannten oleum tartari per deliquium und einer Auflösung eben des Salzes, wenn beydemal gleiche Mengen genommen würden, aber die Erfahrung bezeuge, daß das erste viel milder sey. Kalkwasser setze in freyer Luft bald eine Haut ab, welche mit Säuren schäume, und wenn man diese breche, so setze sich eine neue an u. s. f. bis nichts mehr rückständig sey. Bergmann brannte klaren Kalkspath, bis er mit Säuren nicht mehr braußte, und fand, daß er $\frac{2}{5}$ seines Gewichts verloren hatte. Dieser der freyen Luft ausge-

m) Abhandlungen der Schwed. Akademie der Wissenschaft. B. XXXV. S. 176. der deutsch. Uebers.

ausgesetzt fing nach kurzer Zeit an, einiges Brausen zu zeigen, wenn Säure dazu kam, welche Eigenschaft mit dem Gewichte täglich zunahm, so daß er endlich die im Feuer verlornen $\frac{1}{3}$ wieder erhielt. Dieß erforderte eine längere oder kürzere Zeit, theils nach ungleicher Beschaffenheit der Atmosphäre, die nicht das eine mal so reich an dieser Materie ist, als das andere, theils auch, nachdem die Oberfläche größer oder kleiner ist. Was tief eingepackt, oder sonst sehr eingesperrt werde, erhalte sich viele Jahre, allein der Kalk, welcher bloß liege, werde endlich völlig so, als wäre er ungebrannt. Regen bringe auch Luftsäure mit. Zum Mauern werde der Kalk nie vollkommen gebrannt, manche Theile braußten noch stark.

Solchergestalt finde sich allezeit und überall auf der Oberfläche der Erde eine Säure; sie gleiche auch der Luft an Elasticität, Durchsichtigkeit u. s. w. Diese Luftsäure sey mehr als $1\frac{1}{2}$ mal so schwer, als gemeine Luft, und so müsse sie sich wohl am häufigsten zunächst an der Erdfläche aufhalten.

Noch mehrere Versuche mit der sogenannten fixen Luft haben zu gleicher Zeit mit Priestley die Herren Rouelle, Weigel, Wiegleb, Well, Bucquet, Buchholz und Andere angestellt, und ziemlich übereinstimmende Resultate mit den Priestley'schen gefunden, aus welchen die Meisten schließen, daß die fixe Luft eine ganz eigene, von der atmosphärischen Luft verschiedene Gasart sey. Nur Herr Baumé [n]) scheint damit nicht zufrieden zu seyn. Seinen Untersuchungen zu Folge glaubt er folgendes schließen zu dürfen:

I.

n) Erläuterte Experimentalchemie. Th. III. S. 645. Anhang von der fixen Luft.

1. Daß das, was man fixe Luft nennt, uneigentlich so genannt werde, und ihr die Benennung: entbundene oder elastische Luft, besser zukomme.

2. Daß die fixe Luft, unter der Benennung, welche man ihr gegeben habe, gemeine, aber mit fremden Stoffen, welche sie aufgelößt halte, geschwängerte Luft sey; eine Luft, welche man oft reinigen und ihr die Beschaffenheit reiner, der Luft des Dunstkreises ähnlicher Luft wieder geben könne, wenn man diese fixe Luft durch verschiedene Flüssigkeiten gehen lasse, welche die Luft durchzuseihen und die fremden Stoffe, welche ihre Reinigkeit verderben, zurückzuhalten geschickt sind.

3. Daß die fixe Luft nach dieser Lehre nicht mehr aus dem Gesichtspunkte, aus welchem man sie bisher betrachtet habe, sondern bloß in Rücksicht auf die Stoffe untersucht werden müsse, welche die Luft auflösen, oder mit welchen sie sich beladen könne.

4. Sey noch eine sehr schöne Reihe von Versuchen anzustellen übrig, um kennen zu lernen, was das für Stoffe sind, welche von der Luft aufgelößt werden können, und was diese nämlichen Stoffe für Eigenschaften haben möchten, wenn sie in diesen Zustand versetzt würden; diese aus diesem Gesichtspunkte angestellten Versuche würden uns zu sicherern und deutlichern Kenntnissen führen, als diejenigen sind, die man uns bisher mitgetheilt habe.

5. Gehe es mit der Luft, wie mit dem Wasser; es seyen zwey Uranfänge, welche die Eigenschaft, viele Stoffe aufzulösen, und von denselben gesättigt zu werden, besäßen; beyde Uranfänge erhielten dadurch neue Eigenschaften, welche weder dem Wasser, noch

der Luft, ſondern bloß den Stoffen gehörten, mit welchen ſie geſchwängert würden. Da es gewiſſe Stoffe gebe, welche das Waſſer nicht auflöſen könne, und welche man ihm nicht mehr entziehen könne, ſo verhalte es ſich mit der Luft eben ſo; dieſe letztere könne ſich mit eben ſo flüchtigen und ausdehnbaren Stoffen beladen, als ſie ſelbſt ſey, und welche man vielleicht nie, durch Deſtilliren, Seihen oder ein anderes Mittel, wieder von ihr werde ſcheiden können; aber daraus werde nicht weniger folgen, daß die neuen Eigenſchaften, welche man bey dieſer Luft antreffen werde, allezeit den fremden Stoffen, und nicht der Luft ſelbſt, zuzuſchreiben ſeyn werden.

Prieſtley hatte die Unterſuchungen über die verſchiedenen Luftarten fortgeſetzt, und dabey neue merkwürdige Entdeckungen gemacht, welche in der Folge weiter erzählt werden ſollen. Indeſſen hatte Lavoiſier im Jahre 1773. der königlichen Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris zwey Abhandlungen zur Prüfung übergeben, welche den erſten Band ſeiner phyſiſch-chemiſchen Schriften ausmachen; die erſtere gibt einen hiſtoriſchen kurzen Begriff der elaſtiſchen Ausflüſſe, welche während der Verbrennung, Gährung, und dem Brauſen von den Körpern entbunden werden, und die andere: neue Forſchungen über das Daſeyn einer gebundenen Flüſſigkeit in einigen Stoffen, und über die Erſcheinungen, welche aus ihrer Entbindung oder Bindung entſtehen. Da des Herrn Lavoiſier Arbeiten genau und daher von äußerſter Wichtigkeit ſind, und zugleich zeigen, wie er nach und nach auf ein ganz neues Lehrgebäude der Chemie gekommen iſt, ſo erfordert es die Abſicht, das Weſentlichſte davon hier umſtändlich zu erzählen.

Zu

Zuerst unternahm er eine Reihe von Versuchen, um zu bestimmen, ob in den Kalkerden wirklich eine eigene elastische Flüssigkeit enthalten sey. Alle diese Versuche ließen ihn mit Sicherheit folgende Schlüsse machen:

1. Daß wirklich in den Kalksteinen und Kalkerden eine elastische Flüssigkeit, eine Luftart, in einer fixen Gestalt befindlich sey, und daß diese Luft die hauptsächlichsten physischen Eigenschaften der Luft besitze, wenn sie ihre Elasticität wieder erhalten hat.

2. Daß 100 Pfund Kreide ohngefähr 35 Pfund 15 Unzen von dieser elastischen Flüssigkeit, 15 Pfund 7 Unzen Wasser und nur 52 Pfund 10 Unzen laugensalzige Erden enthalten.

3. Daß die Kreide vielleicht noch weniger laugensalzige Erden und mehr elastische Flüssigkeit enthalten könne, und wir bisher weder Mittel kennten, sie derselben in einem höhern Grade zu berauben, noch ihre Zerlegung weiter zu treiben.

4. Daß sich die laugensalzige Erde in einem dreyfach verschiedenen Zustande befinden könne: 1. mit elastischer Luft und Wasser gesättigt, von welcher Beschaffenheit die Kreide ist; 2. elastischer Flüssigkeit beraubt und mit Wasser gesättigt, von welcher Beschaffenheit der ungelöschte Kalk ist; 3. des Wassers und der elastischen Flüssigkeit beraubt, welche Beschaffenheit der gelöschte Kalk hat.

5. Daß der ungelöschte Kalk eine große Menge reines Feuerwesen enthalte, welches er wahrscheinlich während der Verkalkung erhalten hat, und daß von diesem Wesen die starke Hitze herrühre, welche bey der Lö-

Löſchung des Kalks und der Auflöſung deſſelben in den Säuren wahrgenommen wird.

6. Daß die Sättigung des ungelöſchten Kalks mit Waſſer zur Verjagung dieſes Uebermaaßes vom Feuerweſen nicht hinreiche, ſondern noch nach dem Löſchen etwas bey demſelben bleibe, weil der gelöſchte Kalk der Salpeterſäure, in welcher man ihn auflößt, eine beträchtliche Hitze mittheilt, welche Erſcheinung die Kalkerde, oder Kreide, nicht zuwege bringt.

7. Daß dieſes Uebermaaß vom Feuerweſen nicht das ſey, was der laugenſalzigen Erde die Beſchaffenheit des Kalks ertheilt, weil ſelbige in dem Zuſtande des gelöſchten und eines großen Theils dieſes Feuerweſens durchs Löſchen beraubten Kalks nicht weniger im Waſſer auflößlich iſt, nicht weniger den Salmiak in der Kälte zerlegt, und den fixen und flüchtigen Laugenſalzen die ätzende Beſchaffenheit ertheilt, mit einem Worte, nicht weniger Kalk iſt, als vor dem Löſchen.

8. Daß man dem Kalke nur die elaſtiſche Flüſſigkeit, welche von demſelben ausgetrieben iſt, wieder geben darf, durch was für ein Mittel auch ſolches geſchehe, um ihn milde, im Waſſer unauflößlich und des Brauſens mit Säuren fähig zu machen, mit einem Worte, ihm die Beſchaffenheit der Kalkerde, oder der Kreide, wieder zu ertheilen.

Ferner ſtellte Lavoiſier eine Reihe von Verſuchen an, um das Daſeyn einer elaſtiſchen Flüſſigkeit in den fixen und flüchtigen Alkalien darzuthun. Er fand, ohne daß ihm ein Zweifel übrig blieb,

1. daß man die laugenſalzige Erde, aus ihrer Auflöſung im Salpeterſauren, nach Belieben in Geſtalt

stalt der Kreide, d. i. mit elastischer Flüssigkeit gesättigt, oder in Gestalt des Kalks niederschlagen kann; Kalk ist sie, wenn man sie durch ein ätzendes, d. i. der elastischen Flüssigkeit beraubtes Laugensalz fällt, und Kreide, wenn man sie durch ein gewöhnliches Laugensalz niederschlägt.

2. Daß sie beynahe nur das ursprüngliche Gewicht des angewandten Kalks hat, wenn sie in Kalkgestalt niedergeschlagen worden ist, dahingegen man selbige, wenn sie in Gestalt der Kalkerde oder Kreide, d. i. mit elastischer Flüssigkeit gesättigt, gefällt wird, mit einem Zuwachse am Gewichte erhält, welcher der Zunahme sehr nahe kömmt, welchen der Kalk erhält, wenn er zur Kreide wird.

3. Daß indessen noch etwas daran fehlt, und diese Zunahme nicht so stark wird, als sie werden sollte.

Ueberhaupt bewiesen alle seine Versuche so genau, als in der Naturlehre nur immer möglich ist, daß die nämliche elastische Flüssigkeit, welche in der Kreide vorgefunden wurde, ebenfalls in den fixen und flüchtigen Laugensalzen befindlich sey; daß sie durch die Auflösung in Säuren von denselben verjagt werden könne, und das Brausen, das man in dem Augenblicke der Verbindung wahrnimmt, ein Erfolg der Entbindung dieser Flüssigkeit sey; daß diese nämliche Flüssigkeit eine nähere Verwandtschaft zum Kalke, als zu den Laugensalzen habe, und der Kalk sich aus dieser Ursache, wenn er mit einer laugensalzigen Flüssigkeit versetzt wird, der elastischen Flüssigkeit, welche selbige enthält, bemächtige, solche aneigne, zu Kalkerde werde, und den Laugensalzen eine ätzende Beschaffenheit ertheile.

Eine

Eine Menge anderer Versuche machte in ihm den Gedanken rege, daß die nämliche elastische Flüssigkeit, deren Daseyn in der Kalkerde und den Laugensalzen unbezweifelt sey, sich durch die Fällung mit den meisten metallischen Stoffen vereinigen könne, und daß sie größtentheils der Grundstoff sey, welcher den Zuwachs der metallischen Niederschläge, am Gewichte, ausmacht, ihnen den Glanz benimmt, sie in kalkförmige Gestalt bringt, u. s. f. Zu dem Ende stellte er folgende Versuche an:

Auf 12 Unzen Queckſilber goß er 12 Unzen Salpetergeist; es entstand bald ein Brausen mit Hitze, es stiegen röthliche salpetersaure Dämpfe auf, und die Flüssigkeit erhielt eine grünliche Farbe. Ehe noch die Auflösung erfolgt war, hatten die Stoffe 1 Quentchen 18 Gran verloren; als aber das Queckſilber völlig aufgelößt war, fand er zu seinem Erstaunen einen Zuwachs am Gewichte statt einer Abnahme, so daß binnen 12 Stunden die Auflösung 1 Quentchen am Gewichte zugenommen hatte.

Hierauf wog er 8 Unzen und 15 Gran von dieser Auflösung besonders in zwey offenen Gläsern ab, welche, jenem Versuche zu Folge, jede 2 Unzen Salpetersäure und 2 Unzen Queckſilber enthalten mußten, und nahm 6 Quent. 36 Gran Kreide und 4 Quent. 36 Gran gelöschten Kalk; that das erstere in das eine, und das andere in das zweyte Glas; bey der Fällung durch die Kreide entstand ein Brausen ohne Hitze, das Queckſilber fiel zu einem nicht sehr dunkelgelben Pulver nieder, und zu gleicher Zeit ward die Kreide aufgelößt; die Fällung durch den Kalk ging ohne Brausen, aber mit Erhitzung vor sich, und das Queckſilber fiel zu einem bräunlichen Pulver nieder. Nach dem Aus-

süßen

süßen und Trocknen wog der Niederschlag, welchen die Kreide geliefert hatte, 2 Unzen 2 Quentchen 45 Gran, und der andere durch Kalk gefällte 2 Unzen 1 Quent. 5 Gran und sahe todtig und dunkelgrau aus.

Ferner brachte er in 6 Unzen Salpetersäure nach und nach Eisenfeile, wobey ein starkes Brausen mit sehr starker Hitze erfolgte, und rothe Dämpfe mit einer sehr schnellen Entbindung elastischer Flüssigkeit aufstiegen. Die Feilspähne betrugen, um die Säure zu sättigen, 2 Unzen 4 Quent., und der Verlust am Gewichte 4 Quent. 19 Gran. Zu der Auflösung goß er destillirtes Wasser hinzu, bis sie in allem genau 6 Pfund wog.

Hiernächst nahm er von dieser Auflösung 2 Theile, jeden von 12 Unzen, welche 2 Unzen Salpetersäure und 2 Quent. 36 Gran Eisenfeile enthielten, goß solche in zwey besondere offene Gläser, that zu dem einen 6 Quent. 36 Gran Kreide, und zu dem andern 4 Quent. 36 Gran gelöschten Kalk hinzu. Die Fällung mittelst der Kreide ging mit Brausen und Aufschwellen vor sich; mit dem Kalke erfolgte solche ohne Brausen und ohne Hitze. Nach dem Aussüßen und Austrocknen wog der durch Kreide erhaltene Niederschlag 6 Quent. 35 Gran, und der durch den Kalk erhaltene 4 Quent. 69 Gran.

Aus diesen Versuchen folgerte Lavoisier:

1. Daß das Eisen und das Queckſilber überhaupt einen merklichen Zuwachs erhalten, wenn sie aus ihrer Auflösung in Salpetersäuren niedergeschlagen werden, es mag solches durch Kreide oder Kalk geschehen.

2. Daß dieser Zuwachs beym Eisen größer als beym Queckſilber sey.

3.

3. Daß ein Grund zu denken ist, daß die elastische Flüssigkeit zu diesem Zuwachse etwas beytrage, und daß dieser Zuwachs beständig größer ist, wenn man eine mit elastischer Flüssigkeit gesättigte Erde, z. B. Kreide anwendet, als wenn man eine Erde, welche derselben beraubt ist, z. B. Kalk, dazu gebraucht.

4. Daß der Zuwachs, welchen man bey der Fällung durch den Kalk am Gewichte wahrnimmt, ob er gleich geringer ist, als der, welchen man durch die Kreide erhält, dennoch wahrscheinlich ebenfalls zum Theil von einem Antheile elastischer Flüssigkeit herrühre, welcher wahrscheinlich mit dem Kalke vereinigt bleibt, und durch die Verkalkung nicht hat abgesondert werden können.

Herr Lavoisier bemerkt, daß auch bey der Voraussetzung, diese angeführten Versuche gäben keinen vollständigen Beweis von der Vereinigung einer elastischen Flüssigkeit mit den metallischen Substanzen, dennoch ein hinreichender Grund vorhanden sey, ihn zu genauern Untersuchungen dieses Gegenstandes zu bewegen. Hier fing er zu vermuthen an, daß die Luft des Dunstkreises, oder eine in der Luft befindliche elastische Flüssigkeit, von welcher Art sie auch wäre, unter sehr vielen Umständen an die Metalle gebunden zu werden und sich mit ihnen zu vereinigen im Stande wäre; daß von dem Beytritte dieses Stoffs die Erscheinungen der Verkalkung, die Zunahme des Gewichts der Metalle bey ihrer Veränderung zu Kalken, und vielleicht viele andere Erscheinungen herrührten, von welchen die Naturkündiger bisher noch keine befriedigende Erklärung gegeben hätten. Diese Muthmaßungen erhielten durch folgende Betrachtungen einen sehr großen Grad von Wahrscheinlichkeit:

1. Kann die Verkalkung der Metalle in genau verschlossenen und luftleeren Gefäßen nicht statt finden.

2. Geht sie desto schneller von statten, je größere Oberflächen das Metall der Luft darbietet.

3. Ist es eine von allen Metallurgen anerkannte und von allen Chemikern wahrgenommene Thatsache, daß bey jeder Reduktion in dem Augenblicke, da der metallische Stoff aus dem kalkförmigen Zustande in den metallischen übergeht, ein Brausen erfolgt; nun ist aber das Brausen gemeiniglich nichts anders, als eine Entbindung elastischer Flüssigkeit, und also enthält der Kalk eine elastische Flüssigkeit in fester Gestalt, welche ihre Elasticität in dem Augenblicke der Wiederherstellung wieder erhält.

Wie wahrscheinlich ihm auch diese Vermuthungen zu seyn scheinen, so durften sie doch nicht eher angenommen werden, als bis sie durch Erfahrungen waren bestätigt worden. Zu dieser Absicht stellte Lavoisier eine Reihe von Versuchen an. Er verfertigte sich hiezu einen eigenen Apparat, um die bey der Wiederherstellung entbundene oder eingesogene elastische Flüssigkeit zu messen. Unter andern reducirte er Bley aus Mennige; das Gewicht der angewandten Mennige betrug 6 Unzen 6 Quent.; nach der Reduktion aber nur 5 Unzen 7 Quent. 66 Gran, mithin der Verlust 6 Quent. 6 Gran; die Menge der entbundenen elastischen Flüssigkeit aber betrug nur 560 Cubikzoll, welche etwa 4 Quent. 34 Gran wogen, also einen Mangel von 1 Quent. 44 Gran zeigte. Einige Tropfen Wasser, welche Lavoisier bey allen angestellten Wiederherstellungen des Bleykalks beständig in der Vorlage gefunden hatte, brachten ihn auf den Gedanken, daß, außer der entbundenen elastischen

Flüssigkeit noch ein Antheil Wasser in der Mennige befindlich wäre, daß sich solches während der Reduktion davon scheide, und wahrscheinlich die Ursache des wahrgenommenen Verlusts am Gewichte wäre; da die Vorlage aber zu klein war, als daß sich die Dämpfe in ihr hinlänglich hätten verdichten können, so hielt er für dienlich, den Versuch in einem gewöhnlichen Destillirgeräthe zu wiederholen, und dabey genauer zu operiren. Zu diesem Versuche nahm er ebenfalls 6 Unzen Mennige und 6 Quent. Kohlenstaub; das aufgefangene Wasser wog nicht über 24 Gran. Indessen schien es ihm wahrscheinlich, daß mehr entbunden, und ein Theil desselben durch den Zug der elastischen Flüssigkeit mit fortgerissen und in Dämpfe durch die Stöpselöffnung der Vorlage verjagt würde.

Da nun bey diesem Versuche die gewonnene elastische Flüssigkeit höchstens $4\frac{1}{2}$ Quentchen betrug, mithin weniger, als das Gewicht der angewandten Kohle, so vermuthete Lavoisier, daß vielleicht die Kohle bey dem nämlichen Grade der Hitze, als bey der Reduktion des Bleykalks nöthig war, eine solche elastische Flüssigkeit zu geben vermögend sey. Deßwegen stellte er noch einige andere Versuche an, um dieß aufs genaueste zu entscheiden. Allein alle diese Versuche schienen entscheidend zu beweisen, daß die Kohle die Entbindung der elastischen Flüssigkeit nicht allein bewirke; auch thut es die Mennige nicht allein; der größte Theil der entbundenen elastischen Flüssigkeit entstehe also aus der Vereinigung des Kohlenstaubes mit der Mennige. Dieser Umstand leite uns, sagt Lavoisier, auf sehr wichtige Betrachtungen über den Nutzen der Kohle und der kohligen Stoffe überhaupt, bey den Wiederherstellungen der Metalle. Die-

nen

nen sie, frägt er, wie die Schüler des Herrn Stahl meinen, den Metallen das verlorne Brennbare wieder zu geben? oder gehen sie in die Zusammensetzung der elastischen Flüssigkeit selbst ein? Der bisherige Zustand unserer Kenntnisse verstatte uns hierüber noch keinen Ausspruch.

Dürfte man aber Muthmaßungen wagen, so würde er sagen, daß einige Versuche ihm zu glauben bewegten, daß alle elastische Flüssigkeit aus der Verbindung eines Körpers mit einem entzündbaren Grundstoffe, oder vielleicht gar mit dem reinen Feuerwesen entstehe, und von dieser Verbindung die elastische Beschaffenheit abhange; noch würde er hinzufügen, daß der an die Metallkalke gebundene Stoff, welcher das Gewicht derselben vermehre, nach dieser Lehrmeynung eigentlich keine elastische Flüssigkeit, sondern der fixe Theil einer elastischen Flüssigkeit sey, welcher seines brennbaren Grundstoffs beraubt ist. Alsdann würde die hauptsächlichste Bestimmung der Kohle in allen kohligen Stoffen, welche zu den Wiederherstellungen angewandt werden, diejenige seyn, der gebundenen elastischen Flüssigkeit das Brennbare, das Feuerwesen, und zu gleicher Zeit die davon abhangende Elasticität wieder zu geben.

Wenn auch gleich diese Meynung der Stahlschen entgegen zu seyn scheine, so ließe sie sich doch vielleicht mit derselben vereinbaren; es sey nämlich möglich, daß der Zusatz der Kohle, bey den Wiederherstellungen der Kalke, zu gleicher Zeit zwey Absichten erfülle: 1. dem Metalle den verlornen entzündbaren Grundstoff wieder zu geben; 2. der in dem Kalke gebundenen elastischen Flüssigkeit ihren Grundstoff wieder zu geben, welcher ihre Elasticität zuwege bringe.

Nachdem nun Lavoiſier auf ſolche Art das Daſeyn einer gebundenen elaſtiſchen Flüſſigkeit erwieſen hatte, welche bey der Wiederherſtellung der Metallkalke entbunden wird, ſo glaubt er auch mit allem Rechte fordern zu dürfen, daß auch gezeigt werden müſſe, daß bey der Verkalkung der Metalle eine Einſaugung der nämlichen Flüſſigkeit erfolge, und die Verkalkung ſelbſt der Menge dieſer Einſaugung beynahe in einem gewiſſen Verhältniſſe entſpreche. Zu dem Ende ſtellte er eine Menge Verſuche dieſer Art an, aus welchen er folgende Schlüſſe ziehen konnte:

1. Daß die Verkalkung der Metalle bey weitem nicht ſo leicht vor ſich gehe, wenn ſie in einem unter einer gläſernen Glocke befindlichen Antheil von Luft eingeſchloſſen ſind, als in freyer Luft.

2. Daß dieſe Verkalkung ſogar Grenzen habe, d. i. daß man die Verkalkung in einer gegebenen Menge Luft nicht mehr weiter treiben könne, wenn ein gewiſſer Antheil Metall in derſelben verkalkt worden iſt.

3. Daß in dem Maaße, wie die Verkalkung vor ſich geht, eine Abnahme am Umfange der Luft erfolge, und ſolche der Zunahme des Metalls beynahe entſpreche.

4. Daß es, wenn man dieſe Thatſachen mit den vorigen vergleicht, erwieſen zu ſeyn ſcheint, daß ſich eine elaſtiſche Flüſſigkeit mit den Metallen, während ihrer Verkalkung, verbinde, welche an ſie gebunden wird, und daß ihre Zunahme am Gewichte von dieſer Bindung herrühre.

5. Daß verſchiedene Umſtände uns Gründe an die Hand geben würden, zu glauben, nicht alle

Luft,

Luft, welche wir athmen, sey geschickt, gebunden zu werden, um in die Verbindung der Metallkalke einzugehen, sondern es sey eine besondere elastische Flüssigkeit in dem Dunstkreise befindlich, welche mit der Luft gemischt sey, und in dem Augenblicke, da die unter der Glocke enthaltene Menge dieser Flüssigkeit erschöpft sey, könne auch die Verkalkung nicht mehr statt finden.

Außerdem schienen auch diese Versuche auf folgende zwey Schlüsse zu leiten: 1. daß die Verkalkung der Metalle in genau verschlossenen Gefäßen nicht, oder zum wenigsten nur im Verhältnisse des in denselben eingeschlossenen Antheils bindbarer Luft, statt finden könne, 2. daß im Fall die Verkalkung in genau verschlossenen und luftleeren Gefäßen vor sich gehen könne, solche alsdann ohne einen Zuwachs am Gewichte und folglich unter ganz andern Umständen vor sich gehen müsse, als bey den in der Luft angestellten Verkalkungen wahrgenommen werden.

Hierauf unternahm Lavoisier eine Reihe Versuche, welche besonders dazu geeignet waren, zu beweisen, daß die elastische Flüssigkeit, welche sich bey der Wiederherstellung der Metallkalke entbindet, mit derjenigen völlig einerley sey, welche durchs Brausen entwickelt wird. Diese Versuche gaben ihm folgende Resultate:

1. Daß sich zwischen der bey der Wiederherstellung des Bleys aus der Mennige und der beym Brausen entbundenen elastischen Flüssigkeit eine beynahe vollkommene Aehnlichkeit finde, und beyde die nämlichen Erscheinungen an dem Kalkwasser, der Kalkerde, den brennbaren Körpern und den Thieren bewirken.

2. Daß dieſe beyden Flüſſigkeiten 1. aus einem bindbaren, einer Verbindung mit dem Waſſer, Kalke u. a. m. fähigen Theile, 2. aus einem Theile beſtehen, welcher viel ſchwerer zu binden, das Leben der Thiere bis zu einer gewiſſen Stufe zu erhalten im Stande iſt, und, in Anſehung ſeiner Beſchaffenheit, der Luft des Dunſtkreiſes ſehr nahe zu kommen ſcheint.

3. Daß dieſer Antheil gemeiner Luft in der bey den Wiederherſtellungen der Metalle entbundenen elaſtiſchen Flüſſigkeit ein wenig beträchtlicher ſey, als in der, welche von der Kreide entbunden wird.

4. Daß die ſchädliche Eigenſchaft dieſer Flüſſigkeit offenbar in dem bindbaren Theile ihren Sitz zu haben ſcheine, weil ſie den Thieren deſto weniger nachtheilig iſt, je mehr ſie deſſen beraubt worden.

5. Daß man noch durch nichts in den Stand geſetzt iſt, zu entſcheiden, ob der bindbare Theil der elaſtiſchen Flüſſigkeit, von dem Brauſen und den Wiederherſtellungen, ein von der Luft weſentlich verſchiedener Stoff, oder ob es die Luft ſelbſt ſey, welcher eine Sache zugeſetzt, oder entzogen worden ſey.

Ein beſonderer Gegenſtand dieſer Unterſuchung ward der Kunkelſche Phosphor. Lavoiſier hat hierüber ſehr merkwürdige Verſuche angeſtellt, und wichtige Folgen daraus gezogen. Unter andern brachte er 24 Gran Phosphor in einem agathenen Schälchen unter eine in Queckſilber geſenkte Glocke. Durch das Brennglas entzündete er ſich ſchnell, hörte aber bald zu brennen auf, obgleich noch eine beträchtliche Menge Phosphor unverbrannt zurückblieb, und es war nicht mehr möglich, ſolchen vermittelſt des Brennglaſes wieder zu entzünden; er gelangte zwar dahin, den Phos-

phor

phor zu schmelzen, sieden zu lassen, ja sogar aufzutreiben, aber er entzündete sich nicht mehr. Der bey diesem Versuche eingesogene Theil Luft betrug ohngefähr 17 bis 18 Zoll, und als er die übrig gebliebene Menge Phosphor mit der angewandten verglich, so fand es sich, daß die verbrannte Menge 6 bis 7 Gran betragen hatte. Bey Wiederholung dieser Versuche erhielt er beständig einerley Ausschlag, aber nie konnte er die Einsaugung des Lichts über $\frac{1}{5}$ des ganzen Volumens treiben. Oft versuchte er es, nach einigen Stunden durch Aufhebung der Glocke wieder Luft unter dieselbe zu bringen; sobald der Phosphor von der frischen Luft berührt ward, so entzündete er sich auf der Stelle, und wenn er ihn von neuem mit einer andern Glocke von demselben Inhalte bedeckte, so brannten noch 6 bis 8 Gran von demselben ab, worauf der Phosphor erlosch, ohne daß es möglich gewesen wäre, ihn anders, als durch Ertheilung frischer Luft, wieder anzuzünden.

Diese Versuche schienen Lavoisier'n schon auf den Gedanken zu leiten, daß sich die Luft des Dunstkreises, oder eine andere in der Luft enthaltene elastische Flüssigkeit, welcher Art solche auch sey, während dem Verbrennen mit den Dämpfen des Phosphors verbinde; indessen war noch zwischen einer Muthmaßung und einem vollständigen Beweise ein großer Abstand, und der Hauptpunkt war vor allen Dingen in Gewißheit zu setzen: daß wirklich eine Verbindung eines Stoffs mit dem Phosphordampfe während der Verbrennung desselben erfolge. Folgende Versuche schienen ihm diesen Beweis hinreichend zu liefern.

Er ließ ein kleines Gläschen mit 8 Gran Phosphor in eine weithalſige Flaſche von Kryſtallglas hinein, ſtopfte ſie luftdicht mit einem Korke zu, und wog ſie bis zur Genauigkeit eines halben Grans ab, öffnete darauf die Flaſche wieder, ſtellte ſie ſogleich unter die Glocke, die er vorher gebraucht hatte, und zündete den Phosphor mit einem Brennglaſe an. Die Phosphorſäure ſtieg in weißen Flocken auf, welche ſich größtentheils an die innern Wände der Flaſche und des Gläschens anſetzten; wenigſtens $\frac{1}{4}$ ging aus der Flaſche heraus, und ward theils auf der Oberfläche des Queckſilbers, theils an den innern Wänden der Glocke, theils auch an der äußern Oberfläche der Flaſche abgeſetzt. Nach der Erkaltung der Gefäße fand ſich eine Einſaugung von 16 bis 17 Cubikzoll, und es war auch ein kleiner Theil gelber, unverbrannter Stoff zurück geblieben. Die Flaſche pfropfte er wieder mit dem Korke feſt zu, und zwar innerhalb 4 Sekunden. Nachdem er ſie nun auswendig genau gereinigt hatte, fand er, daß ſie um 6 Gran am Gewichte zugenommen hatte, daß mithin, ſtatt 8 Gran Phosphor, 14 Gran, theils trockene Phosphorſäure, theils halbzerlegter Phosphor, in derſelben befindlich waren. Die eingeſogene Luft betrug höchſtens 17 Zoll, welche ſich mit dem Phosphor verbunden hatte, um die Phosphorſäure zu erzeugen; dieſe Menge Luft hat alſo dem Phosphor eine Gewichtszunahme von 10 bis 12 Gran ertheilt. Mithin wiegt der Cubikzoll der eingeſogenen elaſtiſchen Flüſſigkeit ohngefähr $\frac{2}{3}$ Gran, d. i. beynahe $\frac{1}{4}$ mehr, als die Luft, welche wir athmen.

Iſt aber, frägt Lavoiſier, der von dem Phosphor während der Verbrennung deſſelben eingeſogene Stoff der ſchwerſte Beſtandtheil der Luft, warum

im sollte er nicht das Wasser selbst seyn, welches diese Flüssigkeit aufgelößt hält, und welches in so großer Menge im Dunstkreise verbreitet ist? Ohne Zweifel, dachte er, wird das Wasser nothwendig zur Nahrung der Flamme erfordert; so lange die Luft welches enthält, ist sie zur Unterhaltung des Verbrennens geschickt; ist sie desselben beraubt, so kann die Verbrennung nicht länger statt finden.

Diese Meynung bot sich ihm mit einem verführerischen Anscheine von Wahrheit dar. Soll sie aber richtig seyn, so müssen dreyerley Dinge daraus erwachsen:

1. Daß das Abbrennen, anstatt aufzuhören, sehr lange fortdauern muß, wenn man der unter der Glocke eingeschlossenen Luft, in welcher der Phosphor brennt, zu Dünsten gewordenes Wasser in dem Verhältnisse wieder gibt, in welchem solches eingesogen wird.

2. Daß in solchem Falle an dem Umfange der Luft keine Abnahme mehr in dem Verhältnisse statt finden muß, in welchem der Phosphor brennt.

3. Daß wenn man einem Umfange Luft, in welchem man Phosphor gebrannt hat, und welche folglich an Wasser erschöpft ist und beynahe um $\frac{1}{5}$ abgenommen hat, zu Dünsten gewordenes Wasser wieder gibt, man ihrem Umfange einen Zuwachs ertheilen muß, welcher der während dem Verbrennen erlittenen Abnahme gleich ist.

Diese Betrachtungen gaben ihm Veranlassung zu folgenden Versuchen. Er goß eine hinreichende Menge Queckſilber in eine kleine Schale, ließ zwey kleine agathene Schälchen darauf schwimmen, von

welchen das eine 8 Gran Phosphor, und das andere ohngefähr 1 Quentchen Waſſer enthielt, bedeckte beyde mit einer Glocke von Kryſtallglas, und ließ anfänglich das Brennglas auf das Schälchen wirken, in welchem ſich das Waſſer befand; in wenigen Minuten ward es heiß, nachher ſtiegen Dämpfe auf, welche zu Tropfen verdichtet wurden, und an den Wänden der Glocke herabfloſſen. Als er nun verſichert war, daß ein häufiger Dunſtkreis von Dämpfen unter der Glocke befindlich war, ließ er den Brennpunkt auf den Phosphor fallen. Das Abbrennen ging wie gewöhnlich vor ſich, es ward eben ſo viel Luft eingeſogen und der Verſuch fiel von allen über Queckſilber angeſtellten nicht weiter verſchieden aus, als daß ſich die Säure, anſtatt weiße Blumen zu geben und eine trockene Geſtalt zu haben, wegen der Menge Waſſer in Tropfen an die Wände der Glocke anſetzte.

Lavoiſier wiederholte denſelben Verſuch, nur daß er mittelſt des Brennglaſes den Phosphor zuerſt entzündete, und hernach das Waſſer zum Sieden brachte. Die ſauren Dämpfe ſetzten ſich an den Wänden der Glocke zu Flocken an, welche wegen des Waſſers zerfloſſen. Als die Gefäße kalt geworden waren, ward die Einſaugung der Luft der bey den vorhergehenden Verſuchen beynahe gleich befunden; ſodann ließ er den Brennpunkt auf das Waſſer im Schälchen fallen und ſolches ſieden. Der Dampf ſammelte ſich an den Wänden zu Tropfen, aber die Höhe des Queckſilbers nahm weder zu noch ab, d. i. der Umfang der Luft blieb ſehr genau der nämliche.

Selbſt wenn er mehr Phosphor unter die Glocke brachte, war der Erfolg beſtändig derſelbe.

Dieſen

Diesen Versuchen zu Folge schien es ausgemacht zu seyn, daß die Abnahme des Umfangs der Luft, welche man während des Verbrennens des Phosphors wahrnimmt, nicht von der Einsaugung des in derselben befindlichen Wassers herrühre; daß die größere oder geringere Menge Wasser, welche unter die Glocke gebracht und mit der daselbst eingeschlossenen Luft verbunden ist, an den Erscheinungen keine Aenderung bewirke, und der einzige daher entstehende Unterschied der sey, daß man die Säure trocken oder flüssig erhalte. Vielmehr glaubt er daraus als erwiesen annehmen zu dürfen: 1. daß der größte Theil des von dem Phosphor während seiner Verbrennung eingesogenen Stoffs etwas anders als Wasser sey; 2. daß diesem Stoffe die Phosphorsäure den größten Theil ihres Zuwachses am Gewichte zu danken habe, und 3. daß seiner Entziehung die Luft, in welcher man Phosphor hat brennen lassen, ihre Abnahme am Umfange zu danken habe. Zuletzt führt Lavoisier noch einen Versuch an, welcher diese Wahrheiten völlig einleuchtend machte.

Nun dachte Lavoisier, besteht die Verbrennung des Phosphors wesentlich in der Einsaugung der Luft, oder einer andern in der Luft befindlichen elastischen Flüssigkeit, so muß daraus folgen, daß die Verbrennung des Phosphors ohne Luft nicht von statten gehen, mithin im leeren Raume der Luftpumpe nicht gedenkbar seyn könne. Wirklich konnte er auch weder eine Verbrennung des Phosphors und des Schwefels, noch eine Verpuffung des Schießpulvers unter der luftleeren Glocke bewirken.

Endlich brachte er in die Luft, in welcher Phosphor gebrannt hatte, einen Vogel, und ließ ihn eine

gute

gute halbe Minute darin. Allein er nahm nicht wahr, daß er schwerer als in der gewöhnlichen Luft athmete, und nichts zeigte ihm an, daß er etwas in derselben litte; dagegen starb ein Thier beym ersten Athemzuge in der sogenannten fixen Luft.

Ferner brachte er eine brennende Kerze in diese Luft; diese verlosch aber sogleich, wie in der elastischen Flüssigkeit vom Brausen und von den Wiederherstellungen. Als er die Kerze verschiedenemal wieder anzündete, erlosch sie beständig in derselben. Indessen nahm er wahr, daß dieser Versuch mit dieser Luft nicht so oft wiederholt werden konnte, als mit der Luft vom Brausen und von den Wiederherstellungen, welches ihn auf die Meynung brachte, daß sie sich leichter und geschwinder mit der Luft des Dunstkreises mische.

Zuletzt versuchte er, eine Mischung von $\frac{1}{3}$ elastischer Flüssigkeit vom Brausen, und Luft, welche zur Verbrennung des Phosphors gedient hatte, zu bewirken, um vielleicht die letztere zu verbessern, und ihr die Eigenschaft, brennende Körper zu unterhalten, wieder zu ertheilen. Als die Mischung veranstaltet war, füllte er ein enges Glas mit derselben an, und ließ eine Kerze hinein, aber sie erlosch sogleich in derselben.

So entscheidend alle diese Versuche zu seyn schienen, um daraus den Schluß zu ziehen, daß sich ein Stoff in der atmosphärischen Luft befindet, welcher sich während der Verkalkung der Metalle, des Verbrennens u. s. w. mit den Metallen und den verbrennlichen Körpern verbindet, so bescheiden war doch Lavoisier, solchen vorläufig nicht mit Strenge zu behaupten. Er suchte vielmehr alle ihm vorkommenden scheinbaren Widersprüche seiner Meynung erst zu widerlegen,

verlegen, und dann aus unläugbaren Thatsachen etwas bestimmtes festzusetzen. So hatte er in Boyle's Schriften gefunden, daß dieser Bley und Zinn in hermetisch verschlossenen gläsernen Gefäßen zu verkalken versucht, und auch wirklich dahin gekommen war, sie wenigstens zum Theil zu verkalken, die erhaltenen Kalke aber um einige Gran schwerer gefunden hatte, als das angewandte Metall (Th. II. S. 185.). Boyle hatte daraus geschlossen, daß der Stoff der Flamme des Feuers durch das Glas dringe, sich mit den Metallen verbinde, und von dieser Ursache die Verwandlung der Metalle in Kalke und der Zuwachs am Gewichte, welchen sie dabey erhielten, herrührten. Um nun diese Meynung entweder zu bestätigen oder zu widerlegen, unternahm es Lavoisier, eine Reihe sehr genauer Versuche über das Verkalken des Zinns in verschlossenen Gefäßen anzustellen. Diese verstatteten ihm, folgende unläugbare Schlußfolgen zu ziehen:

1. Daß man in einer gegebenen Menge Luft nur eine bestimmte Menge Zinn verkalken kann.

2. Daß diese Menge verkalkter Kalk in einer großen Retorte größer ausfällt, als in einer kleinen, ohne daß man indeß versichern kann, daß die Menge des verkalkten Metalls der Geräumigkeit des Gefäßes, in einem genauen Verhältnisse, entspreche.

3. Daß die hermetisch versiegelten Retorten keinen Unterschied der Schwere zeigen, wenn sie vor und nach der Verkalkung des in ihnen befindlichen Antheils Zinn gewogen werden, welches offenbar beweißt, daß die Zunahme, welche das Metall am Gewicht erhält, weder vom Feuerwesen, noch von einem außerhalb der Retorte befindlichen Stoffe herrührt.

4.

4. Daß bey jeder Verkalkung des Zinns die Zunahme des Metalls am Gewichte dem Gewichte der verſchluckten Luft genau genug gleich iſt, welches beweißt, daß der Antheil der Luft, welcher ſich mit dem Metalle während ſeiner Verkalkung verbindet, beynahe ein gleiches eigenthümliches Gewicht mit der atmoſphäriſchen Luft hat.

Ueberdem bemerkt Lavoiſier, daß er noch hinzufügen könnte, daß er beſondern Beobachtungen zu Folge, die er über die Verkalkung der Metalle in verſchloſſenen Gefäßen angeſtellt habe, bewogen werde, zu glauben, daß der Antheil der Luft, welcher ſich mit den Metallen verbindet, ein wenig ſchwerer, als die Luft des Dunſtkreiſes, die nach der Verkalkung zurückbleibende hingegen ein wenig leichter ſey. Die Luft des Dunſtkreiſes würde unter dieſer Vorausſetzung einen mittleren Ausſchlag zwiſchen dieſen beyden Luftarten in Anſehung ihres eigenthümlichen Gewichts geben, aber, fügt er beſcheiden hinzu, es ſeyen noch mehr Beweiſe nöthig, als er in Händen habe, um über dieſen Gegenſtand einen Ausſpruch zu thun, zumal da die Unterſchiede ſehr wenig beträchtlich ſind.

Indeſſen hatte Lavoiſier unläugbar erwieſen, daß ſich ein Antheil Luft mit den Metallen verbinde, um Kalke zu bilden, dahingegen ein anderer Antheil dieſer Luft ſich ſtandhaft weigert, dieſe Verbindung einzugehen. Dieſer Umſtand hat ihn auf die Vermuthung gebracht, daß die atmoſphäriſche Luft keine einfache Subſtanz, ſondern aus ſehr verſchiedenen ſelbſtſtändigen Stoffen zuſammengeſetzt ſey. Ueberhaupt glaubt er aus ſeinen vorläufigen Arbeiten ankündigen zu können, daß die Luft des Dunſtkreiſes nicht ganz in einem

einem zum Athmen dienlichen Zustande befindlich, sondern der dazu taugliche Antheil derjenige sey, welcher sich mit den Metallen, während ihrer Verkalkung, verbindet, und derjenige, welcher nach der Verkalkung übrig bleibt, eine Art von Stickluft, und sowohl das Athmen der Thiere, als die Entzündung der Körper zu unterhalten unfähig sey. Nicht allein die atmosphärische Luft scheine ihm offenbar aus zwey elastischen Flüssigkeiten von sehr verschiedener Beschaffenheit zusammengesetzt zu seyn, sondern er vermuthe auch, daß der schädliche und stickluftige Theil sehr zusammengesetzt sey.

Nach Vollendung seiner Arbeit erhielt Lavoisier von dem Pater Beccaria vom 12ten Nov. 1774. ein Schreiben, worin dieser folgenden Versuch meldet, welchen D. Cigna im 12ten Bande der Turinschen miscellan, S. 176. anführt.

Er habe geraspeltes Zinn in einer hermetisch versiegelten, sehr starken gläsernen Flasche geschmolzen, wobey ein sehr dünnes Kalkhäutchen entstanden sey, das aber nicht weiter zugenommen habe. Löthete er gläserne Gefäße hermetisch an diese Flasche, so habe der Antheil Kalk, der erzeugt wurde, nach Verhältniß ihrer Geräumigkeit zugenommen; die volle Summe des Gewichtes sey die nämliche geblieben; aber die hinzugefügten Flaschen, welche vor der Verkalkung mit der Flasche in einer gewissen Stufe im Gleichgewicht gestanden hätten, hätten nach der Vorrichtung aufgehört, es zu thun, er habe sie leichter befunden, und jene habe ein Uebergewicht gehabt.

Hieraus schließt nun Lavoisier wiederum, daß ein Antheil Luft an das Metall, während seiner Verkalkung

kalkung, gebunden werde, und von dieſer Bindung die Zunahme, welche es am Gewicht erhält, herrühre o).

In einem nicht lange darauf erfolgten neuen Aufſatze p) ſucht Lavoiſier die Beſchaffenheit dieſes Grundſtoffs, welcher ſich mit den Metallen während ihrer Verkalkung verbindet und ihr Gewicht vermehrt, näher zu beſtimmen. Er bemüht ſich zu zeigen, daß dieſer Grundſtoff nichts anders, als der heilſamſte und reinſte Antheil der Luft iſt, ſo daß, wenn die Luft, nachdem ſie eine metalliſche Verbindung eingegangen iſt, wieder frey wird, ſelbige in einem offenbar zum Athmen tauglichern und zur Unterhaltung der Entzündung und Verbrennung der Körper geſchicktern Zuſtande wieder zum Vorſchein kommt, als die Luft des Dunſtkreiſes iſt.

Die meiſten Metallkalke werden nur durch die unmittelbare Berührung eines kohligen Stoffs, oder eines ſonſtigen Stoffs, welcher das ſogenannte Brennbare enthält, wieder hergeſtellt. Die Kohle, welche man dazu anwendet, wird bey dieſer Verrichtung ganz und gar zerſtört, wenn die Menge derſelben im gehörigen Verhältniſſe ſteht; daraus folgt, daß die Luft, welche bey den Wiederherſtellungen der Metalle durch die Kohle entbunden wird, kein einfaches Weſen, ſon-

o) Mémoire ſur la calcination de l'etain dans les vaiſſeaux fermés; et ſur la cauſe de l'augmentation de poids, qu'acquiert ce metal pendant cette operation in Mémoir. de l'Acad. à Paris 1774. p. 351. ſq.

p) Mémoir. ſur la nature du principe qui ſe combine avec les meteaux pendant leur calcination et qui en augmente le poids; in den Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. an. 1775. à Paris 1778 4. S. 520.

sondern gewisser Maaßen der Ausschlag der Verbindung der vom Metalle und der von der Kohle entbundenen elastischen Flüssigkeit ist; man ist also daraus, daß man diese Flüssigkeit in dem Zustande fixer Luft erhält, noch nicht zu schließen berechtigt, daß sie in solchem Zustande in dem Metallkalke, vor dessen Verbindung mit der Kohle, befindlich gewesen sey.

Diese Betrachtungen ließen ihm einsehen, wie nothwendig es zur Aufdeckung des Geheimnisses der Wiederherstellung der Metallkalke war, alle seine Versuche mit solchen anzustellen, welche sich ohne einen Zusatz wieder herstellen lassen. Die Eisenkalke bothen ihm diese Eigenschaft dar; von allen natürlichen und künstlichen, welche von ihm unter die Brennpunkte der großen Brenngläser gebracht wurden, war kein einziger, welcher nicht ohne einigen Zusatz völlig wieder hergestellt worden wäre.

Er versuchte daher, verschiedene Arten von Eisenkalken unter großen, umgekehrten, in Quecksilber gestellten gläsernen Glocken mit Hülfe des Brennglases wieder herzustellen, und es glückte ihm, durch dieses Mittel eine große Menge elastischer Flüssigkeit aus denselben zu entbinden; da diese elastische Flüssigkeit aber zugleich mit der in der Glocke enthaltenen Luft gemengt war, so machte dieser Umstand seine Resultate etwas ungewiß. Keine von den Proben, welchen er diese Luft unterwarf, war ihm genügend, und es war ihm unmöglich, mit Gewißheit zu bestimmen, ob die Erscheinungen, welche er erhielt, von der gemeinen Luft, oder von der aus dem Eisenkalke entbundenen, oder von der Verbindung beyder zusammen herrührten.

Da alle diese Schwierigkeiten von der Beschaffenheit des Eisens selbst, es ohne einen Zusatz wieder herzustellen, herrührten, so untersuchte er lieber den Niederschlag des Queckſilbers, welcher sich in einer sehr mäßigen Hitze wieder herstellen läßt. Er mengte zu dem Ende 1 Unze dieses Queckſilberniederschlags mit 48 Gran Kohlenstaub zusammen in eine kleine gläserne Retorte, welche höchstens 2 Cubikzoll faßte. Der Hals der Retorte war ohngefähr 1 Fuß lang und hielt 3 bis 4 Linien im Durchmesser; er war so gebogen, daß sein Ende unter eine hinlänglich große mit Wasser angefüllte und umgekehrt in eine kleine ebenfalls mit Wasser angefüllte Kufe gestellte Glocke faßte. Sobald die Retorte erhitzt wurde, ward die in ihr befindliche atmosphärische Luft ausgedehnt, und einige wenige ging in die Glocke über, welche aber keinen merklichen Irrthum veranlassen konnte. Nach und nach fing sich Luft mit vieler Schnelligkeit zu entbinden an, und stieg durch das Wasser in die Glocke auf. Nachdem nun aller Queckſilberkalk reducirt war und keine Entwickelung der Luft mehr statt fand, betrug die Menge der entbundenen Luft 64 Cubikzoll, ohne den Theil zu rechnen, welcher sich mit dem Wasser verbunden hatte.

Aus den Versuchen, welche er mit dieser Luft anstellte, ergaben sich folgende Resultate:

1. Sie war fähig, sich mit dem Wasser durch Schütteln zu verbinden, und demselben alle Eigenschaften der Sauerbrunnen zu ertheilen.

2. Sie tödtete Thiere, welche man in selbige brachte, in einigen Sekunden.

3. Alle verbrennliche Körper verloschen in derselben augenblicklich.

4.

4. Sie fällte das Kalkwasser.

5. Sie verband sich sowohl mit den fixen als flüchtigen Laugensalzen mit großer Leichtigkeit, und benahm ihnen ihre ätzende Beschaffenheit.

Durch diesen Versuch war es also ausgemacht, daß das für sich verkalkte Queckſilber bey seiner Wiederherstellung durch zugesetztes Brennbares die nämlichen Produkte, als die übrigen Metallkalke, gab, und mithin zur allgemeinen Classe der Metallkalke zu rechnen war.

Nun kam es darauf an, diesen Kalk für sich allein zu untersuchen, ihn ohne einen Zusatz wieder herzustellen, und zu sehen, ob sich ebenfalls eine elastische Flüssigkeit aus ihm entwickeln lasse. Zur Erreichung dieser Absicht nahm er 1 Unze für sich verkalktes Queckſilber, that sie in eine Retorte, welche ebenfalls 2 Cubikzoll faßte, und verfuhr wie vorhin. Nach geendigtem Prozesse ward in der Retorte 7 Quentchen 18 Gran laufendes Queckſilber gefunden, und die übergegangene Menge Luft betrug 78 Cubikzoll; woraus folgt, daß jeder Cubikzoll etwas weniger, als $\frac{2}{3}$ eines Grans wiegen müßte, welches von der Schwere der gemeinen Luft nicht sehr abweicht.

Nachdem er mit dieser gewonnenen Luft Versuche anstellte, so fand er mit vieler Verwunderung

1. daß sie nicht im Stande war, sich durch Schütteln mit Wasser zu verbinden.

2. Daß sie das Kalkwasser nicht fällte, sondern es nur, auf eine beynahe unmerkliche Weise, trübe machte.

3. Daß ſie ſowohl mit den fixen als flüchtigen Laugenſalzen keine Verbindung einging.

4. Daß ſie ihre ätzende Eigenſchaft keinesweges verminderte.

5. Daß ſie wiederum zur Verkalkung der Metalle dienen konnte.

6. Kurz daß ſie keine Eigenſchaft der fixen Luft beſaß. Zur Unterhaltung des Athmens der Thiere ſchien ſie außerordentlich geſchickt zu ſeyn; Kerzen und Lichter verloſchen nicht nur in ihr nicht, ſondern die Flamme ward auf eine ſehr merkliche Weiſe vergrößert, und verbreitete viel mehr Licht, als in der gemeinen Luft; die Kohle brannte in ihr beynahe mit einem ſolchen Scheine, als der Phosphor, und alle verbrennliche Körper überhaupt wurden ſehr ſchnell in ihr verzehrt.

Alle dieſe Umſtände überführten Lavoiſier'n völlig, daß dieſe Luft, anſtatt fixe zu ſeyn, eine viel taugslichere zum Athmen, eine viel verbrennlichere Eigenſchaft hatte und folglich reiner, als die Luft ſelbſt war, in der wir leben.

Hierdurch ſchien nun erwieſen zu werden, daß der Grundſtoff, welcher ſich mit den Metallen während ihrer Verkalkung verbindet und ihr Gewicht vermehrt, nichts anders, als der reinſte Antheil der Luft ſelbſt iſt, welche uns umgibt, welchen wir athmen, und welcher bey dieſer Verrichtung aus dem Stande der Ausdehnbarkeit zum Stande der Feſtigkeit übergeht. Erhält man ſie alſo bey allen metalliſchen Wiederherſtellungen, zu welchen Kohlen angewandt werden, in dem Zuſtande der fixen Luft, ſo rührt dieſer Erfolg von der Verbindung der letztern mit dem Antheile

theile der reinen Luft her, und es ist sehr wahrscheinlich, daß alle Metallkalke, wie die Queckſilberkalke, nur taugliche Luft zum Athmen geben würden, wenn man sie alle ohne Zusatz wieder herstellen könnte, so wie man das für sich verkalkte Queckſilber wieder herstellt.

Weil die Kohle bey der Wiederherstellung des Queckſilberkalks ganz und gar verschwindet, und man bey dieser Verrichtung nur Queckſilber und fixe Luft erhält, so wird man gezwungen, daraus zu schließen, daß der Grundstoff, welchem man bisher die Benennung: fixe Luft, ertheilt hat, der Erfolg der Verbindung des vorzüglich zum Athmen tauglichen Antheils der Luft mit der Kohle sey.

Ehe ich nun noch Lavoiſier's weitere Unterſuchungen über diesen Gegenstand verfolge, halte ich es für nöthig, Prieſtley's fernere Unterſuchungen und Entdeckungen, welche er während Lavoiſier's Arbeiten unternommen und gefunden hatte, zu erzählen. Seine Wahrnehmungen und Beobachtungen waren so sehr angewachsen, daß er sich entschloß, sie besonders herauszugeben, wovon der erste Theil im Jahre 1774. herauskam. In der Einleitung beschreibt er zuerst den zum Auffangen der verschiedenen Luftarten dienlichen Apparat, und die erste Abtheilung enthält die bereits oben erzählten Erfahrungen. In der zweyten Abtheilung führt er folgende von ihm gemachte Wahrnehmungen an:

1. Beobachtungen über die laugenartige Luft. Prieſtley erhielt dieß Gas, welches sonst auch Ammoniakgas, urinöſe Luft u. s. genannt wird, aus dem Salmiakgeiſte, Hirschhorn-

geiſte und flüchtigen Laugenſalz, welche, in einem kleinen Gläschen über einer Lichtflamme erhitzt, viele Dämpfe entwickelten, die von der Kälte im geringſten nicht verdichtet wurden. Dieſes laugenartige Gas ſog das Waſſer leicht ein, daher es auch Prieſtley in Gefäßen mit Queckſilber geſperrt auffing; bey einem Verſuche wurden $\frac{7}{8}$ Unzenmaaße von $1\frac{1}{4}$ Gran Regenwaſſer eingeſogen, welches davon $\frac{1}{2}$ Gran ſchwerer wurde, und nahm in einer Glasröhre, worin es in einer Höhe von $\frac{7}{10}$ Zoll ſtand, um $8\frac{1}{2}$ Zehntel eines Zolls an Höhe zu. Mit dieſem Gas geſättigtes Waſſer lieferte einen ſehr ſtarken Salmiakgeiſt.

Mit ſalzſaurer Luft gab dieſes Gas ſogleich eine weiße Wolke, welche ſich zu einem Salmiake anſetzte, und wobey die Menge der Luft abnahm; bey einem Uebermaaße der einen oder der andern Luft war der Salmiak ſehr flüchtig. Auch die ſalpeterartige Luft gab mit dieſem Gas eine Wolke, welche aber kein merkliches Salz abſetzte; hinzugelaſſenes Waſſer ſog die laugenartige Luft ein, und ließ die ſalpeterartige in ihrer Natur ungeändert. Mit fixer Luft gab ſie lange und dünne Kryſtallen, welche die Wände des Glaſes mit einem Netze überzogen und trockenes flüchtiges Laugenſalz waren. Mit entzündbarer Luft zeigte ſie nichts beſonders und ließ ſelbige zurück, wenn ſie vom Waſſer eingeſogen ward, in welchem hiebey eine weiße Wolke entſtand und zu einem weißen Pulver niederfiel. Gemeine Luft ward durch ſie nicht verändert, und nachher von der ſalpeterartigen gleich ſtark vermindert. Durch ein Gemenge von Eiſenfeil und Schwefel verminderte und beygemiſchte Luft hatte ihre vorige Beſchaffenheit beybehalten, wenn jene vom Waſſer eingeſogen war. Weingeiſt ſog die laugenartige Luft eben ſo ſchnell als

Waſſer

Wasser ein, und blieb gleich entzündlich; mit Olivenöl verband sie sich in zwey Tagen nicht, aber Terpentin- und wesentliches Münzenöl sogen ein wenig von derselben ein; Aether verschluckte sie sehr leicht, blieb aber unverändert; Schwefel, Salpeter, Kochsalz und Kieselsteine nahmen nichts in sich, aber Holzkohlen, Schwamm, Leinwand verminderten sie sogleich, und rochen nachher stark darnach, besonders Schwamm, von welchem ein Stückchen, von der Größe einer Haselnuß, in kurzer Zeit 1 Unze laugenartiger Luft einsog. Lackmus verschluckte viel und roch stark, änderte aber seine Farbe nicht. Alaun ward undurchsichtig, weiß, wie gebrannter Alaun, durch Entziehung des Wassers, verschluckte sie übrigens und erhielt besonders einen unangenehmen Geruch; so auch gebrannter. Der Harnphosphor leuchtete in derselben nicht, verminderte und veränderte sie auch nicht. Salzgeist sog sie gleich ein und gab ein weißes Salz; die übrig gebliebene ward von zugelassener gemeiner Luft gleich weiß. Vitriolöl erzeugte in ihr auch ein weißes Salz. Sie war einiger Maaßen entzündbar, vergrößerte die Flamme eines Lichts vor dem Verlöschen, und der elektrische Funken ward in ihr so roth, wie in der gewöhnlichen entzündbaren. Sie schien schwerer als die gemeine entzündbare zu seyn und sich mit ihr nicht zu vereinigen, aber leichter als die saure. Die laugenartige und saure Luft schmolzen Eis fast eben so geschwind, als ein starkes Feuer.

2. Hierauf stellte Priestley Beobachtungen in der durch verschiedene Prozesse verminderten und schädlich gemachten atmosphärischen Luft an. Er schließt, daß die atmosphärische Luft, welche durchs Brennen der Lichter, durchs Athmen der Thiere, durch die Fäul-

niß vegetabiliſcher und thieriſcher Körper, durch das Brauſen der Eiſenfeile und des Schwefels, durch Verkalkung der Metalle, durch den Dampf der Holzkohlen, durch Ausflüſſe einer Mahlerfarbe aus Oel und Bleyweiß, und durch die Miſchung mit ſalpeterartiger Luft eine Verminderung erlitten, und zum fernern Athmen untüchtig geworden ſey, mit Brennbarem überladen ſey, und daher ſchlechtweg phlogiſtiſirte genannt werden könne. Prieſtley fand, daß die Schwefelleber die gemeine Luft verminderte; auch abbrennendes Schießpulver äußerte die nämliche Wirkung und verdarb die Luft in einer halbleeren Glocke faſt mehr, als brennende Lichter. Ein Kitt, aus gleichen Theilen gemeinem groben Terpentin und gelbem Wachſe, verminderte die Luft ebenfalls; mit feinerm Terpentin bereiteter und gemeiner rother aber ſehr wenig, doch verdarb letzterer, womit eine Glocke ſchon vor einem Monathe beſtrichen war, einen Theil gemeiner Luft in derſelben ſo geſchwind, daß kein Licht in ihr mehr fortbrennen wollte. So verminderte auch Eiſen die gemeine Luft ſehr geſchwind, wenn es in ſalpeterartiger roſtig geworden war. Eben dieß that auch der elektriſche Funke, wodurch Prieſtley in ſeiner Muthmaßung beſtärkt wurde, daß nämlich die Luft durch das überhäufte Brennbare vermindert würde, indem das Brennbare eine nähere Verwandtſchaft zu einigen Beſtandtheilen der Luft beſitze, als zur fixen Luft, welche auch einen Beſtandtheil derſelben mit ausmachte, und daher niedergeſchlagen werden müßte. Nachher fand er auch, daß eine Miſchung der ſalpeterartigen und gemeinen Luft den Kalk ebenfalls niederſchlug, daß keine Fällung des Kalks durch brennenden Schwefel deßwegen ſtatt finde, weil er Vitriolſäure enthalte, u. ſ. w.

Prieſt-

Priestley hatte fixe Luft mit durch Athmen oder Fäulniß verminderter Luft zu mischen versucht, und geglaubt, daß sie dadurch zum Athmen geschickt werde; allein er bemerkte, daß er vergebens Mäuse durch Hinzulassung fixer Luft am Leben zu erhalten versucht, auch ohne Erfolg einen Theil ungelöschten Kalk etliche Monate in einem gegebenen Antheile gemeiner Luft verschlossen habe, um fixe Luft aus ihr anzuziehen.

Priestley bemerkte ferner, daß mit Lackmus gefärbtes Wasser durch elektrische Funken roth gefärbt, und die Luft, in welcher solche ausgezogen wurden, ohngefähr um $\frac{1}{5}$ vermindert ward; bey Verwechselung des Wassers mit anderm blaugefärbten ward weder dieses noch die gedachte Luft weiter durch die Elektricität merklich verändert, daß folglich die elektrische Materie die Luft zerlegt, und etwas einer Säure ähnliches aus derselben niedergeschlagen habe. Der Erfolg war derselbe, von welchem Metalle Priestley auch den Drath wählte, ja, wenn er auch ohne Drath Funken schlagen ließ; diese verminderte Luft braußte mit der salpeterartigen nicht, ward auch durch deren Beytritt nicht weiter vermindert, mußte also höchst schädlich gewesen seyn.

Das veränderte gefärbte Wasser ward an der Luft wieder blau, und verhielt sich eben so, wie mit Lackmus gefärbtes und mit fixer Luft angeschwängertes Wasser; auch ward Kalkwasser durch den Funken gefällt, sobald die Luft vermindert ward. Priestley schließt hieraus, daß der elektrische Stoff entweder ein Brennbares sey, oder wenigstens welches enthalten müsse, weil er mit demselben gleiche Wirkung hervorbringe.

Fünf Theile entzündbarer Luft wurden durch Schütteln mit Waſſer weniger entzündbar, und ohngefähr zur Hälfte, nachher aber durch einen Theil ſalpeterartiger noch um $\frac{1}{8}$ des Ganzen vermindert, wobey Kalkwaſſer nicht gefällt ward; dieß geſchah aber, als gemeine Luft ſtatt der entzündbaren genommen war. Durch Eiſenfeil und Schwefel phlogiſtiſirte ſalpeterartige Luft ward durch Schütteln mit Waſſer ſo weit wieder hergeſtellt, daß 2 Unzenmaaße derſelben mit $\frac{3}{4}$ Unzenmaaß ſalpeterartiger Luft am Umfange nicht zunahmen. Die ſalpeterartige Luft ſelbſt konnte durch Schütteln mit Waſſer ſo ſehr vermindert werden, daß nur $\frac{1}{18}$ übrig blieb; in dieſer hielt eine Maus in einem 2 Unzenmaaß über 10 Minuten aus, ohne ſich übel zu befinden, und Prieſtley glaubte, ſie ſey ſo gut geweſen, als Luft, in welcher Lichter verloſchen waren; wieder in Waſſer herumgeſchüttelt und mit $\frac{1}{5}$ ſalpeterartiger Luft verſetzt nahm ſie um $\frac{1}{9}$ ab; dieß geſchah nach dem zweyten und dritten Schütteln ebenfalls, und Kalkwaſſer erhielt dabey keine Rinde. Gemeine durch einen phlogiſtiſchen Prozeß verminderte und ſchädlich gemachte Luft ward auch durch wiederholtes Schütteln mit Waſſer gereinigt, und dann von der ſalpeterartigen Luft vermindert, zum erſten male jedoch nicht ſo ſtark, als ohne Schütteln. Ueberhaupt war es hiebey merkwürdig, daß diejenigen Luftarten, welche nie gemeine geweſen waren, z. B. entzündbare, phlogiſtiſirte und ſalpeterartige Luft, ſelbſt nachdem ſie durch Schütteln mit Waſſer verbeſſert waren, von friſcher ſalpeterartiger Luft mehr vermindert wurden, als gemeine ſchädlich gemachte und auf dieſelbe Art wiederhergeſtellte Luft.

Ferner verſuchte Prieſtley, Bleykalk durch den elektriſchen Funken wieder herzuſtellen, und nahm dabey

bey eine starke Entbindung von Luft wahr, auch von bloßer Mennige durch Erhitzung in einer kleinen Phiole über einer Lichtflamme entwickelte sich sogleich vier bis fünf mal so viel Luft, welche vom Wasser, wie fixe Luft, verschluckt ward. Auch erzeugte sich einiges Wasser; daher auch Priestley beydes für die Ursache des vermehrten Gewichts des Metallkalks hielt.

Aus der Fällung der fixen Luft durchs Brennbare bey jeder Verminderung der gemeinen Luft schließt Priestley, daß beym Niederschlage des Kalks aus Kalkwasser durchs Hineinhauchen die fixe Luft, welche sich hier mit dem Kalke verbinde, nicht aus der Lunge, sondern aus der gemeinen Luft komme, welche durch das ausgedehnte Brennbare zerlegt werde. Es müßten also Thiere in eingeschlossener Luft bloß deßwegen umkommen, weil sie ihr Brennbares nicht absetzen könnten, für welches die einmal damit gesättigte Luft kein hinreichendes Auflösungsmittel mehr sey, und der schleunige Tod der Thiere in verdorbener Luft von einem gewissen Reitze herrühre, welcher allgemeine, schnelle und starke Zuckungen bewirke, und alle Lebensgeister auf einmal erschöpfe.

Endlich führt Priestley noch ein Schreiben von Herrn Alexander an, in welchem dieser behauptete, daß man von der Nachbarschaft sumpfiger Gegenden für die Gesundheit nichts zu befürchten habe. Allein Priestley setzt dieser Behauptung entgegen, daß ihm faulgewordenes Wasser eine Luft gegeben habe, welche von der salpeterartigen gar keine Verminderung erlitten und reine Luft durch Schütteln so verdorben habe, daß brennende Lichter sogleich darin verloschen. Indessen lieferten auch die aus einem Sumpfschlamme aufsteigenden Blasen gute gemeine Luft, woraus Priestley

ley ſchließt, daß die Luft, welche von ſtehenden und faulen Waſſern aufſteigt, oder ſolche einige Zeit berührt, zum Athemholen gänzlich untauglich, jedoch die vom Schlamme moraſtiger Gräben aufſteigende nicht jederzeit ſchädlich ſey. Endlich führt Prieſtley noch einen Unterſchied der Wirkung des Waſſers auf die gemeine Luft an; nämlich gewiſſes Brunnenwaſſer und Regenwaſſer vom Hausdache hatte die gemeine Luft durch Schütteln in 3 Minuten, deſtillirtes hingegen und Waſſer aus einem andern Brunnen dieſelbe erſt in 20 Minuten für brennende Kerzen untauglich gemacht.

3. Beobachtungen über die ſalpeterartige Luft. Der von der Abdampfung einer Kupferſolution in verdünntem Scheidewaſſer zurückgebliebene Rückſtand gab in einem Gefäße mit Queckſilber im Brennpunkte eines Brennglaſes eine der ſalpeterartigen ähnliche Luft; aufgelößtes Eiſen in Salpeterſäure lieferte hiervon mit Mühe einen kleinen Theil. In die erſte Auflöſung getauchtes und angezündetes Papier entwickelte viel Luft, welche aus ſalpeterartiger und entzündbarer gemiſcht war; ward dieſe mit gemeiner Luft in faul geweſenem, dem Anſcheine nach aber wiederhergeſtelltem Waſſer gemiſcht, ſo füllte ſich zuweilen das Gefäß mit weißen Dämpfen an, welche wie ein Schnee niederfielen; ſalpeterartige Luft gab das nämliche, ſo wie auch flüchtiges Laugenſalz in einer in letzterer Luft geöffneten Flaſche.

Hierauf bemerkt Prieſtley, daß nicht allein die ſalpeterartige Luft, ſondern jeder andere Prozeß, welcher die Luft vermindert und ſchädlich macht, zur Prüfung der Luft zum Athmen diene; dahin gehören Schwefelleber, Metallverkalkungen, oder eine Miſchung

schung aus Eisenfeil und Schwefel, indem das Brennbare eigentlich die Probe abgebe, und mit demselben gesättigte Luft einer weitern Verminderung durch dergleichen Verfahren unfähig sey.

Die Röthe, welche bey der Vermischung der gemeinen Luft mit salpeterartiger entstehe, sey die den Dämpfen des Salpetergeistes eigene Farbe; dieser befreye sich nämlich von dem überflüssigen Brennbaren, mit welchem er in der salpeterartigen Luft überladen gewesen, und gehe eine neue Verbindung ein mit einem benachbarten ihm verwandten Bestandtheile; er erzeuge mit den flüchtigen Laugensalzen einen flüchtigen Salpeter, welcher, wie jede andere Säure, vom Wasser aufgenommen werde; ja er greife sogar das Queckſilber, nur langsamer, an, und es daure daher die Röthe beym Gebrauche desselben bey der Mischung der salpeterartigen und gemeinen Luft länger, und die Verminderung falle bey weitem nicht so beträchtlich aus.

Fixe Luft allein griff Eisen nicht an, und blieb unverändert; salpeterartige Luft hingegen that dieß, und zwar so, daß ein Licht in ihr vollkommen natürlich und lebhaft brannte, gleichwohl Thiere augenblicklich tödtete, und immer salpeterartige Luft blieb. Nach längerm Aufenthalte über Eisen brannte in der salpeterartigen Luft ein Licht sogar mit einer 6, 10 bis 12 mal größern Flamme, doch ohne einige Platzung. Diese Entzündbarkeit wurde ihr aber durch Bewegung in frischem Wasser benommen, worauf sie wieder Lichter auslöschte, und zur Verminderung gemeiner Luft geschickt wurde; ein Schütteln von 5 Minuten verminderte sie so, daß sie nunmehr selbst von frischer salpeterartiger Luft vermindert ward, und Thiere sich in ihr fast so, wie in Luft, in welcher Lichter verlöscht

waren,

waren, befanden. Einmal brannte die über Eiſen gehaltene Salpeterluft mit einem Knall ab. Queckſilber ſog von derſelben beynahe $\frac{1}{4}$, und Waſſer von der übrigen beynahe die Hälfte ein; gleich Anfangs angewandt ward ſie vom Waſſer ſo ſehr vermindert, daß nur $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{10}$ übrig blieb; hiebey ward das Waſſer grün gefärbt, welches in einem andern Gefäße einen Eiſenocher fallen ließ. Alſo löſe die Säure der Salpeterluft das Eiſen auf, während deſſen das freygewordene Brennbare die Salpeterluft vermindere, wie bey dem Verfahren mit Eiſenfeil und Schwefel.

Schwefelleber, anſtatt Eiſen angewandt, äußerte auf die Salpeterluft ſchneller die nämliche Wirkung, und Prieſtley ſchließt, der ganze Unterſchied zwiſchen friſcher und entzündlich gewordener, wie auch zwiſchen Lichter auslöſchender und zum Athmen wieder hergeſtellter Salpeterluft beruhe auf einer verſchiedenen Modifikation der Verbindung ihrer Säure mit dem Brennbaren, oder dem Verhältniſſe dieſer beyden Beſtandtheile.

Durch die Luftpumpe ſehr verdünnte Salpeterſäure lößte Eiſen ebenfalls auf, und ward dabey eben ſo ſehr, als im Zuſtande ihrer natürlichen Dichtigkeit, vermindert. Elektriſche Funken verminderten die Salpeterluft, wie Eiſenfeil und Schwefel, oder Schwefelleber, um $\frac{1}{4}$, und die Elektricität benahm ihr auch die Kraft, gemeine Luft zu vermindern; mit Orſeille gefärbtes Waſſer ward von dem elektriſchen Funken gleich roth.

Das zuvor gebrauchte Eiſen verminderte gemeine Luft über Waſſer ſchnell, in 24 Stunden um $\frac{1}{5}$, und verwandelte ſich in ſchädliche, welches Prieſtley von dem

in

in dem Roste enthaltenen und nachher frey gewordenen Brennbaren der Salpeterluft oder des Eisens herleitet.

Eisenfeil und Schwefel haben in einem damit angefüllten Gefäße nach der Sättigung mit Salpeterluft etwas, und nach Abschabung des obern Theils wiederum etwas verschluckt. Das Abgeschabte verminderte unter dem Brennpunkte eines Brennglases die Luft und machte sie schädlich, gab aber keine in einem walzenförmigen Gefäße mit Quecksilber zu sammelnde Luft. Die durch das erstere Gemenge um $\frac{1}{4}$ verminderte Salpeterluft ließ sich durch Schütteln im Wasser nicht weiter vermindern. Priestley vergleicht dieß mit der ähnlichen Wirkung des Brennbaren auf fixe und saure Luft, welche dadurch zu einer entzündbaren Luft werde, die sich mit dem Wasser schwerer verbinde.

4. Beobachtungen über die seesaure oder salzsaure Luft. Zu seinen vorigen Versuchen hatte Priestley Salzgeist genommen; jetzt aber fiel er darauf, die Salzsäure bequemer aus dem Kochsalze durch aufgegossene Schwefelsäure zu gewinnen. Die in einem mit Quecksilber gefüllten und umgekehrt in Quecksilber gestellten Gefäße aufgefangenen Dämpfe gaben eine vollkommen durchsichtige Luft, welche mit der aus dem Salzgeiste gewonnenen genau übereinstimmte; befand sich Wasser dabey, so sog solches die sauren Dämpfe ein, und man konnte nachher aus ihm die Luft, wie aus gewöhnlichem Salzgeiste, entbinden.

Priestley hatte schon zuvor bemerkt, daß diese sauren Dämpfe, oder Luft, eine große Verwandtschaft zum Brennbaren hatten, so daß sie verschiedene brennbare Stoffe zerlegten, und mit dem Brennbaren eine

unver-

unveränderliche entzündbare Luft erzeugten, welche das Waſſer nicht einſog; zuweilen trieb ſie ſogar Salpeter- und Vitriolſäure aus. Seit der Zeit hatte Prieſtley auch entdeckt, daß ſie in längerer Zeit ſelbſt aus andern Stoffen Brennbares entband, und führt hierüber einige Verſuche an.

Trockenes Kork- und Eichenholz und Elfenbein ſogen einen Theil ein, und das übrige war entzündbare Luft. Gebratenes Rindfleiſch bewirkte daſſelbe, nicht aber weißes trockenes Hühnerfleiſch. Weißlichter Kieſel verſchluckte wenig, aber dennoch blieb von $2\frac{1}{2}$ Unzenmaaßen nur $\frac{1}{2}$ Unzenmaaß vom Waſſer uneingeſogen übrig, welches entzündbar war; ein anderesmal bewirkten Kieſel keine entzündbare Luft. Daß Holzkohlen in der ſalzſauren Luft entzündbare lieferten, hatte er bereits angeführt; hier fügt er noch hinzu, daß ausgeglühete Steinkohlen ſolches auch thun. Weingeiſt und verſchiedene öhlichte Stoffe lieferten ebenfalls dergleichen. Weſentliches Münzenöl ſog die ſalzſaure Luft ſehr geſchwind ein, und ward dunkelbraun, dick, ſchwerer als Waſſer, und etwas anders riechend, enthielt ſehr wenige, oder gar keine fixe Luft, welche in entzündbare hätte können verwandelt werden. Terpentinöl ward auch verdickt und dunkelbraun. Aether ſog ſie ſchnell ein, ward gelb, endlich braun und gab viele entzündbare Luft; gemeine Luft erzeugte ſodann weiße Dämpfe. Campher ward gleich flüſſig, erhielt durch Waſſer wieder ſeine vorige Feſtigkeit, ſchmeckte aber ſauer; hiebey blieb wenig, ſchwach entzündbare Luft übrig.

Schwefelleberdämpfe gaben mit der ſalzſauren Luft keine entzündbare; die Hälfte der letztern ward eingeſogen, das Waſſer nahm dann noch $\frac{1}{4}$ auf, und

der

der Rückstand löschte ein Licht aus. Nach Priestley beweißt dieß, daß saure Luft und Brennbares in eine nicht entzündbare, unveränderliche Luftgattung übergehen, welche vielleicht mit gemeiner Luft, die mit Brennbarem angefüllt und aus welcher die fixe Luft niedergeschlagen ist, oder vielmehr mit endzündbarer Luft übereinkomme, welche durch langes Stehen im Wasser ihre Entzündbarkeit verloren hat.

Starkes Vitriolöl und Salpetergeist wurden von der salzsauren Luft nicht verändert, können also durch sie vom Wasser nicht getrennt werden. Blauer Vitriol ward gleich auf der Oberfläche dunkelgrün, und sog sie langsam ein. Grüner Vitriol ward dunkelgrün, und sog sie ebenfalls langsam ein; weißer aber sehr geschwind, und ward aufgelößt. Salmiak ward nicht mehr angegriffen, als Kochsalz. Borax verschluckte die salzsaure Luft fast eben so geschwind, als blauer Vitriol; feiner weißer Zucker sog sie langsam ein, ward aber doch durchdrungen, dunkelbraun und besonders scharf riechend; ungelöschter Kalk sog viele ein; der Rückstand, $\frac{1}{12}$ oder $\frac{1}{14}$, war entzündbar, woraus Priestley schließt, daß dem Kalke einige brennbare Theile von den Brennmaterialien anhangen; diesen will er aber nicht allein die ätzende Kraft desselben zuschreiben.

Priestley versuchte auch einige Mischungen mit andern Gasarten; gemeine Luft mit salpeterartiger gesättigt ward von der salzsauren Luft gar nicht verändert; Wasser sog die letztere ein und ließ erstere unverändert zurück. Dieß nämliche erfolgte an einer Mischung von $\frac{2}{3}$ durch Eisenfeil und Schwefel verminderter und $\frac{1}{3}$ salzsaurer Luft, welche 4 Wochen in Quecksilber gestanden hatte, daß folglich

die ſalzſaure Luft der verminderten das Brennbare nicht entziehen konnte.

Eis ſchmolz in ſalzſaurer Luft ſo ſchnell, als im ſtärkſten Feuer, ſog ſie eben ſo ſchnell ein, und das Waſſer gefror nicht in ſehr ſtrenger Kälte. Fliegen und Spinnen ſtarben in derſelben, doch nicht ſo ſchnell, als in ſalpeterartiger. Endzündbare Luft wollte in ihr nicht, wie in den Dämpfen des rauchenden Salpetergeiſtes, mit einer einzigen Platzung abbrennen. Eine mit dieſer Luft, und nachher durch das Einblaſen gemeiner Luft mit einem Blaſebalge angefüllte Flaſche, welche 8 Unzen hielt, ließ keinen Unterſchied am Gewichte bemerken; da die Flaſche aber im letztern Falle inwendig von dem durch die ſauren Dämpfe aus der Atmoſphäre angezogenen Waſſer ganz feucht war, ſo ſchließt Prieſtley daraus, daß die ſalzſaure Luft ſchwerer, als die gemeine, ſeyn müſſe.

5. Beobachtungen über die entzündbare Luft. Prieſtley hatte wahrgenommen, daß der Aether die Menge einer jeden Gasart, zu welcher er gelaſſen ward, verdoppelte; elektriſche Funken vermehrten ſie bald um 6 bis 8 mal mehr, und nun ward dieſe Luft vom Waſſer nicht verſchluckt, welches ſonſt den ganzen zu einer Luftart gebrachten Aether verſchluckt, und die Luftart unverändert läßt. Auch erzeugte der Aether allein durch elektriſche Funken Luftblaſen, wiewohl etwas langſamer, aber ſchneller, ſobald ſich ſo viel Luft geſammelt hatte, daß der Funken durch ſie durchgehen mußte, um zu dem Aether und dem darunter ſtehenden Queckſilber zu gelangen. Dieſe Luft ward beym Durchgange durch Waſſer bis zu $\frac{1}{3}$ vermindert und war entzündbar, blieb es auch nach wiederholtem Aufenthalte im Waſſer und Durch-

gange

gange durch dasselbe, entzündete sich auch, sowohl mit gemeiner, als mit salpeterartiger Luft gemischt. Auch andere Oele lieferten so entzündbare Luft, Terpentinöl am geschwindesten, hiernächst wesentliches Münzenöl, welchem der Weingeist gleich kam, und am langsamsten Olivenöl. Da nun flüchtiger Salmiakgeist auch dergleichen gab, so schließt Priestley, daß das Brennbare zum Theil nicht bloß vom entzündbaren, sondern vom elektrischen Stoffe selbst herrühren müsse, indem die aus dem Salmiakgeiste gewonnene entzündbare Luft den Brennstoff nur mäßig enthalte, mithin dieselbe den letztern auch nicht allein habe liefern können. Hiebey bemerkt Priestley, daß die Funken in dem ätzenden flüchtigen Laugensalze und Salmiakgeiste nicht zu sehen waren, und daher weit vollkommenere Leiter für die Elektricität seyn mußten, als Wasser oder eine andere Flüssigkeit.

Die entzündbare Luft ward durch wiederholte Durchgänge durch ein glühendes eisernes Rohr nicht verändert; auch die Schwefeldämpfe und der elektrische Funken verminderten und veränderten sie eben so wenig, als ein Gemenge von Eisenfeil und Schwefel; der elektrische Funke veränderte hiebey auch die Farbe des mit Orseille blau gefärbten Wassers nicht.

6. Beobachtungen über die fixe Luft. Daß sich fixe Luft mit dem Brennbaren zu einer mit dem Wasser nicht mischbaren Luftart verbinden könne, hatte Priestley aus der Veränderung derselben, durch Eisenfeil und Schwefel, gemuthmaßt; nachher glaubte er aber einen entscheidendern Beweis durch die Elektricität erhalten zu haben, da fixe Luft durch Elektricität so weit gebracht ward, daß Wasser nur $\frac{1}{4}$ derselben einsog, und Priestley vermuthet, es würde bey

hinreichender Fortſetzung des Elektriſirens nichts eingeſogen haben; dieſe Luft ward durch Schütteln im Waſſer nicht vermindert, auch nicht durch die ſalpeterartige, war alſo keine gemeine Luft. Eiſenfeil und Schwefel verwandelten unter einer in Waſſer getauchten Glocke in einer Woche $\frac{1}{6}$ oder wenigſtens $\frac{1}{8}$ der mit eingeſchloſſenen fixen Luft in ſolche unveränderliche Luft. Schwefeldämpfe bewirkten dieß nicht, allein das Verfahren hatte auch nur 24 Stunden gedauert. Die Erhitzung des Gemenges von Eiſenfeil und Schwefel mit ſalpeterartiger Luft erfolgte in fixer Luft viel ſtärker, als in gemeiner. Gemeine und fixe Luft wurden von der Hitze gleich ſtark ausgedehnt, und erhielten nachher ihren vorigen Umfang wieder. Eine Miſchung aus Weinſteinſalz und Schwefel gab durch Erhitzung viele von erſterm entbundene fixe Luft.

7. Endlich folgen noch einige vermiſchte Verſuche. Aether gab für ſich allein keine Luft, ſondern bloße durch die Kälte zu verdichtende Dämpfe, vermehrte jedoch die Menge aller Gasarten, ward ihnen aber beym Durchgange durch Waſſer wieder entzogen; gemeine Luft war dadurch ein wenig verſchlimmert worden.

Weingeiſt gab durch Erhitzen keine Luft, ſondern die Dämpfe wurden durch die Kälte verdichtet. Luft, welche ſich mit ihnen verbunden hatte, gab mit ſalzſaurer Luft weiße Dämpfe.

In eine mit Salpetergeiſt bereitete Kupferauflöſung getauchtes Papier ließ ſich ſowohl durch ein Brennglas, als durch von außen an die Flaſche gehaltenes glühendes Eiſen leicht entzünden, und brannte, wenn es gehörig trocken geworden war, in allen

allen Luftarten, aber nicht im luftleeren Raume; alle Luftarten nahmen hiebey am Umfange zu; entzündbare, welche hiebey selbst nicht entzündet worden war, dehnte sich bis zur Anfüllung der Flasche gleichförmig aus, hernach nahm sie wieder bis zu $\frac{1}{3}$ der ganzen Masse ab; salzsaure Luft ward von dem Papiere bis zu $\frac{1}{3}$ vermindert und röthlich, aber beym Entzünden desselben ungemein vermehrt, und schien nun von der reinen salpeterartigen fast nicht mehr verschieden zu seyn. In eine Auflösung von Queckſilber, Zink und Eisen in Salpetersäure eingetauchtes Papier hatte beynahe die nämlichen Eigenschaften, nur schwächer.

Schießpulver entzündete sich auch in allen Gasarten; die atmosphärische Luft ließ aber nachher kein Licht in sich brennen, und entzündbare ward nicht verändert.

8. Einige Gedanken über die Bestandtheile der verschiedenen Gasarten, das Wesen und den Ursprung der atmosphärischen Luft u. s. f. Priestley hatte nur an der fixen, salzsauren und laugenartigen Luft allein einen wesentlichen Unterschied bemerken können, und sie schienen ihm nebst dem Brennbaren die Bestandtheile aller bisher bekannten Luftarten auszumachen. Salzsaure Luft und Brennbares erzeugen eine Luft, welche nach dem Verhältnisse, oder der Art der Verbindung des letztern, die Flamme auslösche, oder selbst entzündbar sey; von diesem überflüssigen Brennbaren der entzündbaren Luft sauge Wasser sehr viel ein, weil es sie durch Schütteln anfänglich der Entzündbarkeit beraube, könne also mit Brennbarem geschwängert werden, und müsse wegen seiner Verwandtschaft mit demselben stets einen beträchtlichen Theil enthalten, welcher bey langem Schwenken der salzsauren Luft, die

vielleicht die Grundmiſchung der gemeinen Luft ſey, wegen größerer Verwandtſchaft mitgetheilt werde; daher müſſe ſie auch wieder brennende Kerzen verlöſchen. Da aber die entzündbare Luft aus dem Brennbaren und der ſalzſauren Luft zuſammengeſetzt ſey, und ohne Beytritt der fixen Luft durch bloße Bewegung im Waſſer in eine zum Athmen geſchickte Luft verwandelt werden könne, ſo möchten dieſe beyden Beſtandtheile die einzige wahre Grundmiſchung der gemeinen Luft ſeyn. Die ungeheure Menge entzündbarer Luft, welche beym Anzünden eines Stückchen Holzes oder der Steinkohlen entbunden werde, mache es nicht unwahrſcheinlich, daß die Vulkane unſern Dunſtkreis erzeugt hätten; das überflüſſige Brennbare der von ihnen erzeugten Luft könne von der See aufgenommen ſeyn, ein anderer Theil ſich auch mit den aus ihr aufſteigenden ſauren Dämpfen vereinigt und ſo die Menge der Luft vermehrt haben, und das übrige von den Pflanzen aufgenommen ſeyn. Ohngeachtet der ätzenden Beſchaffenheit des Einen Beſtandtheils, nach dem Beyſpiele des gemeinen Schwefels, könne die gemeine Luft aus einer ähnlichen Grundmiſchung beſtehen und ein wahrer Schwefel ſeyn.

Daß die fixe Luft, welche ein Beſtandtheil der gemeinen Luft ſey, nicht ſogleich vom Seewaſſer verſchluckt werde, möge auch von einer Verbindung mit dem Brennbaren herrühren, mit welchem ſie, als ein ſaures Weſen, eine vom Waſſer nicht aufzunehmende Luft erzeuge; wegen ſeiner nähern Verwandtſchaft zur ſalzſauren Luft laſſe das Brennbare die fixe Luft fahren, und dieſe werde niedergeſchlagen, ſo oft gemeine Luft durch übermäßiges Brennbares ſchädlich werde. Auch die große Menge fixer Luft unſers Dunſtkrei-

kreises könne von den Vulkanen, und zwar dem unter der Erde befindlichen kalkartigen Stoffe, nebst der entzündbaren unterhalten werden, auch dem Dunstkreise zum Theil von den gährenden Körpern zuwachsen; möge in unsern Zeiten aber wohl, sobald sie durch ein Verfahren niedergeschlagen und verschluckt worden sey, durch ein anderes wiederum frey gemacht werden.

Ob überhaupt die ganze Masse des Dunstkreises einen Zuwachs oder eine Abnahme leide, sey nicht leicht zu bestimmen, jedoch ersteres glaublicher, indem zwar viele Prozesse zur Verminderung der gemeinen Luft beytragen, und diese, bey ihrer Verbesserung durch andere, am Umfange nicht zunähme, dagegen aber die Vulkane, das Verbrennen, die Fäulniß thierischer und vegetabilischer Stoffe viele Luft erzeugten, welche von dem, anfänglich dabey befindlichen, Brennstoffe in der Natur durch die nämlichen Prozesse gereinigt werde, die zur Reinigung der Luftarten dienten.

Da nicht nur gemeine, sondern auch ursprünglich aus entzündbarer ja sogar salpeterartiger erzeugte Luft von der letztern vermindert werde, so rühre die Verminderung der gemeinen durchs Brennbare nicht bloß von dem Niederschlage der fixen Luft, sondern von einer aus ihrer Verbindung mit dem Brennbaren nothwendig entstehenden Zusammenziehung ihres Umfangs her. Wie dieß aber geschehe, sey nicht leicht zu begreifen, wo nicht die auf solche Art verminderte Luft schwerer als die nicht verminderte wäre, welches aber hier der Fall nicht sey; die Schwierigkeit lasse sich durch die Muthmaßung leicht heben, daß das Brennbare den Körpern, mit welchen es verbunden sey, unmittelbar ihre Leichtigkeit mittheile; indessen will

Prieſtley ſeine Zuflucht nicht zu derſelben nehmen. Da eine Maus in entzündbarer Luft, welche durchs Schwenken mit Waſſer ihrer Entzündbarkeit nicht gänzlich beraubt war, beynahe ſo lange als in gemeiner Luft lebte, und ſolche doch nicht ſo ſehr, als die gemeine, von ſalpeterartiger Luft vermindert ward, folglich beſſer war, als ſie nach der Probe mit ſolcher zu ſeyn ſchien, ſo könne dieſe Probe nur für gemeine, d. i. viele fixe Luft bey ſich führende, ein genaues Maaß der Güte ſeyn; wo fixe Luft fehle, da müſſe man einen kleinern Grad der Verminderung dem ſonſtigen größern entgegen ſetzen.

Da zwar keine durchaus verdorbene, aber doch eine durch verloſchene Lichter oder Athmen zur Unterhaltung brennender Lichter untauglich gewordene Luft durchs Wachſen der Gewächſe wieder tauglich dazu geworden ſey, ſo könne dieſes eine der Wirkung angemeſſene Urſache der Reinigung des Dunſtkreiſes ſeyn. Daß eine Bewegung des Waſſers reine gemeine Luft anſtecke, ſtehe der Reinigung des Dunſtkreiſes durch die Bewegung der See nicht entgegen, da hier die Bewegung nie ſo ſtark ſey, reines Waſſer auch jene Wirkung ſo leicht nicht äußere, vielmehr bald ſchädliche Luft verbeſſere.

Daß Hales die nämliche Luft länger athmen konnte, wenn ſie durch mit Eſſig, Salzlauge, oder Weinſteinſalz getränkte Leinwand gegangen war, könne von dem Waſſer herrühren, welches mit dem aus der Lunge angeſogenen Brennbaren an jene Stoffe getreten ſey.

Newton nenne die Flamme einen glühenden Rauch, weil er alle Dämpfe für entzündbar hält, allein

allein der erste Holzdampf sey wässerig, und der zweyte allein brennende entzündbare Luft, beyde mit fremden Theilen geschwängert.

Daß Schießpulver und andere Stoffe, welche Salpeter enthalten, in allen Luftarten brennten, lasse sich am besten erklären, wenn man annehme, daß die Salpetersäure das unter dem Brennen frey gewordene Brennbare aufnehme, als dessen Aufnahme zum Brennen erfordert werde.

Salpeterartige Luft scheine aus salpeterartigen Dämpfen und Brennbarem, vielleicht auch wenigem Metallkalke zu bestehen, wie entzündbare aus Vitriolsäure und Brennbarem. Doch scheine das Brennbare der Salzsäure näher verwandt zu seyn, wenn solche anders der Grundstoff der gemeinen Luft ist, weil die salpeterartige durch diese zerlegt werde, da sich das Brennbare wahrscheinlich mit dem sauren Urstoffe der gemeinen Luft verbinde, indeß die enthaltene fixe Luft gefällt, und die Säure der salpeterartigen Luft von dem Wasser, in welchem die Mischung vor sich gegangen sey, verschluckt werde, oder sich mit einem flüchtigen Laugensalze, wenn es vorhanden sey, verbinde.

Dieß stimme nicht mit der gewöhnlichen Annahme, der größern Stärke der Salpetersäure vor der Salzsäure, wohl aber mit Priestley's Versuchen über die salzsaure Luft überein; dagegen scheine die Auflösung der Metalle in verschiedenen Säuren zu beweisen, daß die Salpetersäure mit dem Brennbaren eine festere Verbindung eingehe, als die Vitriol- und Salzsäure, weil die dadurch bewirkte Luft nicht entzündbar sey, und ein gleich schweres Stück Eisen auch nicht halb so viel salpeterartige Luft, als ent-

zündbare, erzeuge. Allein die Verminderung der Salpeterluft durchs Brennbare laſſe ſich nicht leicht erklären, man müßte denn noch eine genauere Verbindung ihrer überflüſſigen Säure mit dem Brennbaren annehmen.

Salpetergeiſt möge auch wohl in Luftgeſtalt gebracht werden können, wenn man nur eine Flüſſigkeit hätte, vermittelſt welcher er eingeſchloſſen werden könnte, indem er ſich mit dem Queckſilber ſowohl, als mit dem Waſſer verbinde. Uebrigens ſey die Unterſuchung des Salpeters, der Salpeterſäure und der Salpeterluft viel verſprechend.

Der zweyte Theil der merkwürdigen Verſuche über die verſchiedenen Luftarten Prieſtley's kam im Jahre 1775. heraus. In der Einleitung beſchreibt er einige neue Werkzeuge: länzliche Flaſchen mit abgeſchnittener Mündung und dünnem rundlichen Boden leicht, ohne zu ſpringen, mit einer Lichtflamme zu erhitzen, und zur Entbindung der Luft aus Stoffen im luftleeren Raume über Queckſilber, mit welchem ſolche in die Flaſche gebracht, ſelbige umgekehrt, und durch den Boden der Brennpunkt eines Brennglaſes auf ſie gerichtet wird; eine gläſerne Flaſche mit einem durchlöcherten gläſernen Stöpſel, Luft in mit Waſſer gefüllte Gefäße durch Waſſer übergehen zu laſſen, ohne daß äußere Luft oder Waſſer hinzukomme; eine Flaſche erſterer Art mit durchbohrtem und in eine krumme Röhre ausgezogenem eingeſchliffenen Stöpſel, um bey Entbindung der Luftarten alles deſto ſicherer zu verſchließen; länglichte Phiolen, anſtatt eines Flintenlaufs zu gebrauchen, wo das obere Ende kühl bleibt, damit Kork, in welchem eine Glasröhre eingekittet iſt, von der Hitze nichts leidet; Fläſchgen, deren Inhalt

in

in einem gewissen Verhältnisse gegen einander steht, zum Maaß der Luftarten; walzenförmige Gläser, die Verminderung der Luftarten ohne Messen wahrzunehmen; enge Röhren, welche in eben dem Verhältnisse gegen einander stehen, als die Fläschchen, ebenfalls zum Messen, und eine noch längere verhältnißmäßig eingetheilte zur Mischung der in jenen enthaltenen Luft; wobey auch Priestley einige Vorschriften über den Gebrauch derselben mittheilt. Die Versuche sind in folgenden Abschnitten enthalten:

1. Von der vitriolsauren Luft. Priestley versuchte solche zuerst mit dem Herrn Montigni durch bloßes Kochen des Vitriolöls zu erhalten, und als solches gelang, ward es mit zugesetztem Terpentinöl versucht, da denn viele Luft erzeugt, aber nur die erste aufgefangen ward, welche beynahe gänzlich noch Luft der Atmosphäre war, die über der Flüssigkeit gestanden hatte. Hierauf entband sie Priestley durch Erhitzen mit Olivenöl, nur warnt er für zu starken Zusatz, da schon $\frac{1}{5}$ so viel Luft so schnell entband, daß der Stöpsel aus der Flasche gestoßen und alles herausgeworfen ward; mit sehr wenigem Oele konnte man die Luft mit Bequemlichkeit gewinnen. Aus dieser Verwandlung der Vitriolsäure in Luft durch zugesetztes Brennbares schloß Priestley, daß auch die Salzsäure sich, vermöge ihres natürlichen und innigst verbundenen Brennbaren, in Luftform würde darstellen lassen, wahrscheinlich etwas Brennbares zur Flüssigkeit und Elasticität in allen nur möglichen Stoffen vorhanden seyn müßte, und die salzsaure Luft wohl nicht bloße reine Salzsäure in Gasform, sondern beständig mit einigen brennbaren Theilen verbunden wäre. Da aber alle Körper gewisser Maßen Elasticität besäßen,

ſäßen, oder wenigſtens durch die Wärme und Kälte ausgedehnt und zuſammengezogen würden, ſo könnte man dieſen Urſtoff nicht wohl gänzlich von allen Stoffen trennen, und daher noch immer die ſalzſaure Luft für die Salzſäure ſelbſt halten, beſonders da ihr ſo wenig Brennbares beygemiſcht wäre, daß gewöhnliche Proben deſſen Daſeyn nicht erwieſen.

Die Miſchung ward vor Entbindung der Luft ſchwarz, und die Vitriolſäure lieferte mehr, als der Salzgeiſt, doch hat Prieſtley die Menge nicht genau beſtimmt; bey häufiger Entbindung ward der obere Theil des Gefäßes mit weißen Dämpfen angefüllt.

Die vitriolſaure Luft war eben ſo durchſichtig als die ſalzſaure, ward auch vom Queckſilber eben ſo wenig aufgenommen, und, durch ſelbiges eingeſchloſſen, außer der Wärme und Kälte, wie gemeine Luft, in Anſehung ihres Umfangs nicht verändert. Waſſer ſog ſie ohngefähr eben ſo ſchnell als die ſalzſaure Luft ein; Licht verloſch in ihr, wie in jener; ſie war auch ſchwerer, als gemeine Luft; Eis ſchmolz in ihr ebenfalls augenblicklich, und mit ihr geſchwängertes Waſſer lößte noch mehr von demſelben auf; Kälte zog ſie nicht mehr zuſammen, als gemeine Luft, welches das eigenthümliche Unterſcheidungszeichen der Luft von Dämpfen ſey, Waſſer könne aber auch durch eine ſehr ſtarke Hitze die Geſtalt der Luft annehmen, daß folglich der Unterſchied mehrere Stuffen, als verſchiedene Arten, ausmache, jedoch zu verſchiedenen Benennungen hinreiche.

Mit laugenartiger Luft bewirkte ſie auch eine weiße Wolke, der Umfang der Miſchung nahm ab, und

und die Erhebung der Wolke bey Hinzulassung der laugenartigen lehrte, daß diese hier, wie bey der Mischung der salzsauren Luft, die leichteste war. Die Mischung mit andern Luftarten zeigte nichts merkwürdiges. Mit gemeiner erfolgte zwar keine plötzliche Verminderung, aber sie ward, nach Entziehung der sauren, durch Stehen über Wasser bey der Probe durch salpeterartige, Luft ansehnlich angesteckt befunden, daß ihr folglich die vitriolsaure Luft etwas von ihrem Brennbaren mitgetheilt hatte. Entzündbare Luft blieb, bey der Mischung mit ihr und nachherigem Aufenthalte über Wasser, in Ansehung der Menge und Entzündbarkeit unverändert. Die Mischung mit salzsaurer Luft zeigte nichts, zugesetzte laugenartige gab weiße Wolken, wie mit jeder derselben allein.

Salpeter, Kochsalz und Salmiak griffen sie nicht an und wurden auch von ihr nicht angegriffen. Vitriolæther verschluckte sie schnell, wie Wasser, ward bald gesättigt und blieb gleich durchsichtig und entzündbar. Phosphor veränderte sie nicht merklich, leuchtete in ihr nicht, sondern ward auf der Oberfläche schwarz wie das Queckſilber, auf welchem er lag. Eisen ward von ihr gar nicht angegriffen. Schwefelleber verschluckte sie ganz, ohne eine andere Farbe zu bekommen. Holzkohlen verschluckten sie sehr geschwind, und wurden scharf riechend. Der Kampher ward in ihr zu einer durchsichtigen Flüssigkeit, erhielt aber durch Wasser seine feste Gestalt wieder. Borax ward wie Alaun in der salzsauren Luft weiß und undurchsichtig, verschluckte viele Luft, und der Ueberrest löschte Lichter aus, welches Priestley von der fixen Luft, welche sich mit der vitriolsauren zugleich entbindet, abzuleiten geneigt ist, so wie die Undurchsichtigkeit des

Boraxes davon, daß die ſaure Luft ſein Waſſer aufgenommen habe.

Holzkohlen, ſtatt des Oels, geben eben ſowohl vitriolſaure Luft, und bequemer, weil ſie ſich gleichförmiger entwickelte, und keine Platzung entſtand; ſie müſſen aber gut ausgebrannt ſeyn, ſonſt liefern ſie zugleich fixe oder entzündbare Luft, beſonders wenn beträchtliche Hitze zur Entbindung angewandt wird.

Von der aus Vitriolöl und Aether erzeugten Luft blieb ohngefähr die Hälfte, nach wiederholter Erwärmung $\frac{1}{4}$ entzündbare Luft, und Prieſtley glaubt, daß bey jeder Wiederholung eine reinere Säure erhalten worden wäre.

Bloßes Vitriolöl gab durch Erhitzung zwar in einer mit einem Korke verſchloſſenen Flaſche Luft, allein der Kork war angefreſſen, und in einer Flaſche mit eingeſchloſſenem Stöpſel ward keine Luft erzeugt, obgleich weiße Dämpfe aufſtiegen; aber hinzukommendes Queckſilber erzeugte ſchleunig eine ungeheure Menge Luft, daß folglich das Brennbare der Metalle, wie die entzündbaren Stoffe, wirkte. Prieſtley erhitzte darauf Vitriolöl und Queckſilber, und erhielt viele Luft, ehe erſteres noch ſiedheiß wurde. Dieſe Luft ſchien eben ſolche vitriolſaure Luft zu ſeyn, als die obige; aber das Vitriolöl ward hiebey nicht ſchwarz, wie in obigen Fällen.

Prieſtley verſuchte auch andere Metalle; Eiſen gab ohne Erhitzung wenige, mit Erhitzung viele Luft, von welcher $\frac{4}{5}$ vom Waſſer verſchluckt wurden, und der Rückſtand war entzündbare Luft und brannte roth; Prieſtley vermuthet, mehrere ſaure Luft und weniger entzündbare erhalten zu haben, wenn er

ſtärkes

stärkeres Vitriolöl genommen, oder das Verfahren länger fortgesetzt hätte. Von der durch den Zink erhaltenen war ohngefähr $\frac{1}{3}$ saure Luft und die zurückgebliebene: entzündbare. Kupfer lieferte leicht und anhaltend in gleichem Grade der Hitze mit dem Quecksilber bloße vitriolsaure und keine entzündbare Luft; so auch Silber und Bley, letzteres in sehr starker Hitze und wenig; Gold gab gar keine, allein das Vitriolöl ward eben so Pommeranzenfarbig, wie vom Silber. Von Eisentheilen befreyete Platina gab ebenfalls keine.

Priestley versuchte ferner, durch Erhitzung brennbarer Stoffe, in vitriolsaurer Luft Schwefel zu erzeugen und zwar mit Holzkohlen, aber vergebens; sie gaben nur fixe und entzündbare Luft. Bey der Mischung laugensalziger Luft mit vitriolsaurer schien oft ein Schwefel erzeugt zu seyn, weil die Röthe inwendig mit einem gelben Stoffe überzogen war, allein diese Farbe verschwand, und es blieb bloß ein weißer salziger Stoff zurück.

2. Von der gewächssauren, oder essigsauren Luft. Starker Essig lieferte diese Luft durch Erhitzen eben so leicht, wie der Salzgeist die salzsaure. Sie löschte Lichter aus, gab mit laugenartigen eine weiße Wolke, und, wie die vitriolsaure, einen gelben Beschlag an den Wänden des Gefäßes, schien schwächer, als die drey Mineralsäuren zu seyn, äußerte auf Schwefel, Kochsalz, Salpeter, Salmiak und Borax keine Wirkung; Holzkohlen verschluckten sie schnell und erhielten einen sehr scharfen Geruch, allein der Rückstand schien nicht durch sie verändert zu seyn; Schwefelleber verschluckte sie nur nach und nach, ohne eine andere Farbe zu erhalten, ein rückständiges Zehntel zeigte nichts entzündbares; Wasser

ſog ſie ſo ſchnell ein, als die übrigen ſauren Luftarten; die Menge ließ ſich nicht wohl beſtimmen; Olivenöl verſchluckte ſie ſchnell, ohngefähr zehnmal ſo viel, als es ſelbſt betrug, verlor ſeine gelbliche Farbe und war wie friſches Waſſer, oder vielmehr wie ein weſentliches Oel anzuſehen.

3. Von der dephlogiſtiſirten Luft und der Beſchaffenheit unſerer Atmoſphäre. Schon die Verſuche über die ſalzſaure Luft ließen Prieſtley'n muthmaßen, daß die gemeine Luft aus einer Säure und Brennbarem entſtünde. Um nun dieſe Luft näher zu unterſuchen, ſchaffte ſich Prieſtley ein Brennglas von 12 Zoll im Durchmeſſer und 20zolliger Brennweite an, und verſuchte mit demſelben viele Körper in den zuerſt gedachten Flaſchen, welche mit Queckſilber gefüllt und umgekehrt in eine Schüſſel mit Queckſilber geſtellt wurden, um Luft aus ihnen zu erhalten, und ſolche weiter zu unterſuchen.

Aus für ſich verkalktem Queckſilber ward ſchnell drey bis viermal ſo viel Luft entbunden, welche vom Waſſer nicht verſchluckt ward, und in welcher ein Licht außerordentlich lebhaft und mit einer eben ſo großen Flamme, als in ſalpeterartiger über Eiſen oder Schwefelleber geſtandenen Luft, aber noch heller brannte; glühendes Holz ſprühete in ihr Funken, wie ein in eine Salpeterauflöſung eingetauchtes Papier und ward ſehr geſchwind verzehrt.

Gemeiner rother Queckſilberniederſchlag lieferte eben ſolche Luft, daher Prieſtley dieſe Eigenſchaft vom Salpeterſauren herleiten zu dürfen glaubte, und daß der vorige Kalk etwas Salpeter aus dem Dunſtkreiſe angezogen haben könnte, oder jener auch nur gemeiner

meiner rother Niederschlag gewesen wäre; aber ein anderes gewiß ächtes durch bloßes Feuer verkalktes Quecksilber gab eben solche Luft.

Auch Mennige lieferte sie, welche hiebey gelb ward; von der erhaltenen Luft verschluckte Wasser $\frac{1}{3}$, und in der übrigen brannte ein Licht sehr stark und knisterte; in einer schwächern Hitze hatte die Mennige zuvor sehr reine fixe Luft gegeben.

Priestley wiederholte den Versuch mit für sich verkalktem Quecksilber, und erhielt von ohngefähr $\frac{1}{4}$ Unze ein ganzes Unzenmaaß Luft, in welcher ein Licht mit einer lebhaften Flamme brannte. Diese Eigenschaft, welche sie aber nicht, wie die abgeänderte salpeterartige, durch Schütteln mit Wasser verlor, veränderte die gemeine Luft auch nicht, und ließ nach zwey Tagen, da sie $\frac{1}{20}$ am Umfange verloren hatte, nach heftigem Schütteln mit Wasser binnen 5 Minuten noch ein Licht so gut als gemeine Luft brennen, welches Priestley'n von einem wesentlichen Unterschiede zwischen derselben und der sonst ähnlichen phlogistisirten salpeterartigen Luft überzeugte.

Von zweymal so viel salpeterartiger Luft ward sie eben so stark, als gemeine Luft, vermindert, daher Priestley sie eben so gut zum Athmen, als die ächte gemeine Luft, hielt. Inzwischen fand Priestley mit Erstaunen, daß ein Licht in solcher Mischung am folgenden Tage besser als in gemeiner Luft brannte, auch lebte eine Maus in der unversetzten noch einmal so lange, als in gemeiner, und schien nur von der Kälte todt zu seyn, weil sie sich nachher beym Feuer wieder zum Leben bringen ließ. Und da solche Luft dennoch am folgenden Tage durch 2 Maaß salpeterartiger Luft

von $4\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$, d. i. um $\frac{2}{9}$ mehr, und an dem nachfolgenden Morgen durch ein zweytes Maaß noch beynahe um die Hälfte ihrer erſten Menge vermindert ward, ſo hielt Prieſtley ſich überzeugt, daß ſolche Luft noch beſſer als gemeine wäre. Wiederholte Verſuche mit Mäuſen und ſalpeterartiger Luft bekräftigen die vorzügliche Güte dieſer Luft vor gemeiner. Von letzterer nahmen 2 Maaß derſelben und der Luft aus dem rothen Niederſchlage 5 Maaß auf, ehe ſie ihren vorher verminderten Umfang wieder erhielten, dahingegen gemeine nur halb ſo viel, ohne Zunahme ihres Umfangs, annehmen konnte. Prieſtley ſchätzte daher dieſe Luft 4 bis 5 mal ſo gut, als gemeine, und ſchloß, daß ſie weniger Brennbares bey ſich haben müßte, weil ſie mehr aus der ſalpeterartigen annehmen konnte.

Da nun die Mennige eben ſolche Luft gab, ſo verſuchte Prieſtley mehrere Bleykalke; Mennige gab ſehr viel dephlogiſtiſirte und ſehr wenig fixe Luft, wobey ſich oft ein Unterſchied fand; Bleykalk gab auch viel, von welcher die Hälfte fixe und die andere 20 mal ſo rein wie gemeine Luft war; Bleyerz und Bleyaſche gaben ſehr wenig, dem Anſchein nach größtentheils fixe Luft. Glätte gab ſehr geſchwind, aber auch fixe Luft.

Friſch bereitete Mennige lieferte bey ſehr ſtarker Hitze ſehr wenig reine Luft; einzelne Theile derſelben wurden mit Vitriol-, Salz- und Salpeterſäure zu einem Teige angefeuchtet, hart getrocknet, und in einem mit zerſtoßenen Kieſeln angefüllten Flintenlaufe verſucht. Die beyden erſten Gemenge gaben nicht die geringſte Luft; das letzte aber, ſobald es warm ward, ſolche, deren größter Theil fix und beynahe gänzlich vom

Waſſer

Wasser verschluckt ward, und ein Licht verlöschte; der übrige geringere Theil aber ließ ein Licht mit Knistern in sich brennen, und schien ächte dephlogistisirte Luft zu seyn. Priestley hielt sich nun überzeugt, daß die Mennige Salpetersäure aus der Luft angezogen hätte, und dadurch zur Erzeugung dephlogistisirter Luft geschickt geworden wäre; und da überdem bey den folgenden Versuchen alle vom Brennbaren freye Erden auf solche Art die nämliche Luftart gaben, so zweifelte Priestley gar nicht mehr, daß die Luft des Dunstkreises, welche wir athmen, aus Salpetersäure und aus einer Grunderde bestände, und nur so viel Brennbares beygemischt enthielte, als zu ihrer Elasticität und zur Versetzung aus dem höchsten Grade der Reinigkeit zu dem gewöhnlichen mittleren erforderlich wäre, und stellte mit andern Erdarten Versuche mit gleichem Erfolge an. Noch mehr bestärkte ihn die abermalige Erhaltung dephlogistisirter Luft aus den nämlichen Stoffen nach wiederholter Anfeuchtung mit Salpetersäure. Die verschiedene Reinigkeit der bey diesen Versuchen erhaltenen Luft leitet Priestley von der leichten Verderbung derselben durch Brennbares, besonders vom Flintenlaufe her, und wendet nachher seine Lehrmeynung auf die Erklärung der Erzeugung und Verpuffung des Salpeters an.

4. Genauere Beschreibung einiger Prozesse, die dephlogistisirte Luft zu erzeugen. Die Absicht hiebey war, die Erdarten zu entdecken, welche zur Lieferung oder Erzeugung derselben, mit der Salpetersäure, die geschicktesten wären, und Priestley hält metallische vom Brennbaren ganz freye Erden und zunächst denselben die Kalkerden für die besten.

Eine halbe Unze Mennige, für ſich allein, und mit Salpetergeiſt angefeuchtet, gaben im Flintenlaufe bey ſchnellem Feuer erſtere 3 Unzenmaaße etwas beſſere als gemeine, letztere ohngefähr 3 Nößel Luft, deren einer Antheil ſo dephlogiſtiſirt war, daß 2 Maaß mit 5 Maaß ſalpeterartiger nur einen Raum von 2 Maaß einnahmen; vom folgenden Theile wurden 2 Maaß von 7 Maaß ſalpeterartiger Luft nicht vergrößert, und dieß war die reinſte Luft, welche Prieſtley'n je vorgekommen war; das letzte war mehrentheils fixe Luft, nebſt einiger ſalpeterartigen. Die Menge der zu erhaltenden Luft hing ſehr von der Geſchwindigkeit des Feuers ab. Wiederholt mit deſtillirtem Waſſer gewaſchene und getrocknete Mennige gab darum nicht mehr Luft.

Bleyweiß gab für ſich allein viel reine fixe Luft, mit Salpeterluft zuerſt mit vieler fixen gemiſchte, und zuletzt dreymal ſo reine als gemeine Luft.

Bleyglätte lieferte mit Salpetergeiſt aus einem Flintenlaufe getrieben viele halb fixe, halb ſalpeterartige, mittelſt eines Brennglaſes ſehr reine dephlogiſtiſirte Luft.

Bleyerz mit Salpetergeiſt gab aus einem Flintenlaufe viele Luft, verpuffte und alles ging verloren; bey einem wiederholten Verſuche in einem Glaſe verpuffte es auch und die aufgefangene Luft war ſtark ſalpeterartige.

Graue Bleyaſche lieferte bey derſelben Behandlung halb fixe halb ſalpeterartige Luft.

Zinkblumen gaben mit Salpetergeiſt aus einem Glaſe die reinſte Luft, welche ſehr roth ausſah, von einem

einem halben Unzenmaaß beynahe 3 Nößel ausmachte, und dreymal so viele salpeterartige Luft, ohne Vergrößerung ihres Umfangs, aufnahm.

Eisenrost und Arsenik lieferten mit Salpetergeist aus einem Flintenlaufe bloße fixe und salpeterartige Luft.

Kreide gab auf dieselbe Art stark dephlogistisirte und hernach mit Begleitung von Dämpfen salpeterartige, ein anderes mal zuerst salpeterartige und darnach dephlogistisirte, zuletzt nur halb so gute als gemeine Luft; ungelöschter Kalk gab eben so zuerst dephlogistisirte, welche zur Sättigung gleiche Theile salpeterartiger nöthig hatte, alsdann gemeine, und zuletzt wieder solche, als die erste. An der Luft zerfallener und im Wasser gelegener Kalk gaben mit Salpetergeist aus dem Flintenlaufe zuerst dephlogistisirte, zuletzt salpeterartige Luft. Bey allen ging die Entwickelung sehr unregelmäßig vor sich.

Marmor gab mit Salpetergeist aus einem Flintenlaufe anfänglich etwas bessere als gemeine, zuletzt beynahe gänzlich fixe Luft; aus einem Glase größtentheils dephlogistisirte, welche beynahe dreymal so viel salpeterartige zur Sättigung bedurfte.

Gebrannte und ungebrannte Bittersalzerde gaben aus dem Flintenlaufe viele, zuerst nicht viel bessere als gemeine, letztere mehr als zweymal so gute Luft.

Weinsteinsalz und Holzasche lieferten mit Salpetergeist aus einem Flintenlaufe fixe und dephlogistisirte Luft, Steinkohlenasche $\frac{1}{3}$ fixe und $\frac{2}{3}$ stark salpeterartige, welches letztere Priestley'n auf die Vermuthung brachte, daß die fixe Luft keine eigene Säure, sondern eine Abänderung der Salpetersäure wäre.

Pfeifen- und andere Thone gaben fixe, dephlogiſtiſirte, phlogiſtiſirte und ſalpeterartige Luft, welches Prieſtley von ihrem Brennbaren ableitet.

Gyps gab für ſich aus einem Flintenlaufe viele fixe, mit Salpetergeiſt wenige fixe und viele ſalpeterartige, aus einem Glaſe zuerſt größtentheils gemeine, dann ſtark ſalpeterartige ſo dephlogiſtiſirte Luft, daß ſie fünfmal ſo viel ſalpeterartige aufnahm, und alſo viermal ſo gut als gemeine war.

Glasartige und Talkerden gaben wenige dephlogiſtiſirte, Kieſelſteine fixe und ſalpeterartige Luft. In verſchloſſenen Gefäßen gebrannte Kieſel lieferten mit Salpetergeiſt aus einem Glaſe fixe und dephlogiſtiſirte gemiſcht, bey wiederholtem Anfeuchten mit Salpetergeiſt immer zuerſt phlogiſtiſirte Luft, dann ſalpeterſaure Dämpfe, und zuletzt dephlogiſtiſirte Luft. Eben ſo verhielt ſich auch der ruſſiſche Talk.

Nach Prieſtley's Meynung beweiſen dieſe Verſuche, daß alle mit Salpetergeiſt geſättigte Erdarten dephlogiſtiſirte Luft erzeugen, nur einige mehrere, als andere. Auch gebe dieſes Verfahren die genaueſte Probe von der Gegenwart des Brennbaren in Körpern ab.

Salpeter, Sedativſalz und römiſcher Vitriol gaben für ſich auch reine Luft.

Gleiche Theile Schwefel und Salpeter gaben viel ſolche ſalpeterartige Luft, daß 1 Maaß, mit 2 Maaß gemeiner Luft, den Raum von $2\frac{1}{4}$ Maaß einnahm, und da die aus Salpetergeiſt und Holzkohlen entbundene mit dieſer vollkommen übereinkam, ſo ſchließt Prieſtley, daß bey der Entzündung des Schießpulvers auch ſalpeterartige Luft erzeugt werde.

5. Vermischte Beobachtungen über die Eigenschaften der dephlogistisirten Luft. Priestley suchte zuerst die eigenthümliche Schwere derselben durchs Abwägen der Materialien, vor und nach der Entbindung, zu entdecken, fand diese Art aber unzuverlässig; seine Methode, mit Luft gefüllte Florentiner Flaschen zu wägen, hatte die Unbequemlichkeit, daß solche zuvor mit Wasser gefüllt werden mußten, und man von dessen gleichem Auslaufen nicht versichert seyn konnte; daher bediente sich Priestley nach dem Beyspiele des Herrn Cavendish einer an einer Glasröhre gebundenen Blase, welche 55 Unzenmaaß, oder 1 Pennygewicht und 9 Gran gemeine Luft fassen konnte, und füllte solche mit Luftarten wiederholt an. Diese Blase wog angefüllt:

mit phlogistisirter Luft	7	Pennygewicht	15	Gran
mit salpeterartiger -	7	-	16	-
mit gemeiner -	7	-	17	-
mit dephlogistisirter Luft	7	-	19	-

Da ferner Cavendish die entzündliche Luft ebenfalls sehr leicht befunden hatte, so glaubt Priestley, daß jede Luftart desto schwerer seyn müsse, je weniger, und desto leichter, je mehr Brennbares sie enthalte. Die dephlogistisirte Luft zu diesem Versuche war so rein, daß 1 Maaß derselben und 2 Maaß salpeterartige Luft einen Raum von $\frac{4}{5}$ Maaß einnahmen, und Priestley meint, noch reinere würde noch schwerer gewesen seyn; übrigens könne man solche Schwere nicht etwa auf noch beygemischte fixe Luft schieben, da gemeine Luft dergleichen auch in Menge enthalte, und die dephlogistisirte hier auch einige Wochen über Wasser gestanden habe, welches Priestley zur Reinigung derselben von der fixen Luft der Bewegung mit dem Wasser vorzieht.

Mit phlogistisirter Luft mischte sie sich geschwind und vollkommen, ohne einige Verminderung des Volumens, und Priestley glaubt daher, daß schädliche Luft durch zugebrachte dephlogistisirte gleich in eine frische und gesunde Luft verwandelt werden könne.

Entzündbare Luft knallte mit dephlogistisirter stärker, als mit gemeiner Luft; von dieser verlangte sie ohngefähr $\frac{2}{3}$, um heftig zu knallen; aus einer $1\frac{1}{2}$ Unzenflasche war dieser Knall so schwach, daß er nicht weiter als in einer Entfernung von 50 bis 60 Ellen gehört werden konnte; mit etwas mehr als $\frac{1}{3}$ stark desphlogistisirte Luft knallte sie aus der nämlichen Flasche wie eine kleine Pistole, ohngefähr 40 bis 50 mal so stark, als mit gemeiner Luft; die Oeffnung der Flasche muß nicht viel über $\frac{1}{4}$ Zoll betragen, und das Glas stark seyn, um nicht zu zerspringen; die Hand, womit man die Flasche hält, empfindet einen heftigen Stoß und starke Hitze.

Sehr lebhaft und heiß brannte die Flamme eines Lichts in dephlogistisirter Luft, welche etwas mehr als zweymal besser wie gemeine Luft war, in reinerer knisterte sie stark.

Aus den heftigen Plaßungen schließt Priestley, daß man nicht einmal den zehnten Theil der Ladung nöthig haben würde, wenn man Schießpulver in derselben abbrennen könnte, und z. B. mit demselben und dergleichen Luft gefüllte Blasen beym Sprengen u. s. w. angewandt werden könnten; auch würde Anblasen mit dephlogistisirter Luft statt gemeiner die Stärke des Feuers erstaunlich erhöhen, wie ein Versuch lehrte, indem solche aus einer Blase durch eine Glasröhre auf brennendes Holz geleitet ward, und Priestley meint,

daß

daß dazu ein Blasebalg ohne Schwierigkeit angewandt werden, und durch solche heftige Hitze Scheidekünstler auch weit mehr ausrichten könnten; auch habe sein Freund Michell aus einem Versuche geschlossen, daß man wahrscheinlich vermöge derselben würde Platina schmelzen können.

Nach Priestley ließe sich aus der Lebhaftigkeit der Lichtflamme schließen, daß die dephlogistisirte Luft bey gewissen Lungenkrankheiten vorzüglich gesund seyn müsse, wenn die gemeine Luft die brennbaren faulen Ausflüsse nicht geschwind genug ableiten könnte, aber gesunden Körpern nicht so dienlich sey, indem solche, so zu sagen, zu geschwind verleben würden. Bey einem Versuche, sie durch einen gläsernen Heber einzuathmen, schien Priestley'n die Brust leichter, und das Athmen bequemer zu werden.

Ob die Luft des Dunstkreises ehedem besser oder schlechter als jetzt gewesen sey, hält Priestley nicht, wohl aber für die Zukunft durch Versuche erweislich; er glaubt jedoch aus der Dauer des menschlichen Lebens schließen zu dürfen, daß sie in vielen Jahrhunderten gleich rein geblieben sey.

6. Von der Luft, die aus verschiedenen Substanzen allein durch das Feuer erhalten wird. Den Anfang mit diesen Versuchen machte Priestley im Jun. 1774. Eine der ersten Entdeckungen war, daß verschiedene Metalle durch die Hitze allein entzündbare Luft lieferten, welches Priestley's vorigen Erklärungen entgegen ist, wo er keine Säure in den Metallen annehmen wollte. Da indessen von der entzündbaren Luft, nachdem sie durch Wasser ihre Entzündbarkeit verloren hatte oder diese vermindert

war, noch ein groſser Theil übrig blieb, welcher derjenigen Luft gleich, in welcher ein Licht verloschen war, aber noch Thiere athmen konnten, so entstand die Frage, worin die Grundmischung der entzündbaren Luft, oder der Grundstoff, womit sich das Brennbare in derselben vereinigte, bestehe? Priestley glaubte, daß eine gewisse neue Abänderung einer Verbindung mit den metallischen Erden statt finde.

Indessen erhielt Priestley aus Eisenfeil auf Queckſilber durchs Brennglas eine schwache entzündbare Luft, und das Eisen roch sehr heftig nach stark entzündbarer Luft von derjenigen Art, welche durch Säuren aus den Metallen entwickelt wird. Auch Uhrfederspähne gaben vollkommen eben solche entzündbare Luft. Daher versuchte Priestley Feilspähne anderer Metalle, und zwar, wegen ihrer Verwandtschaft mit Queckſilber, zuweilen im luftleeren Raume der Luftpumpe. So gab Zink stark entzündbare Luft, Messing viel, Zinn sehr schwach entzündbare, welche nur von einem hineingesenkten brennenden Lichte entzündet ward; Spieſsglanzkönig rauchte, beschlug die Glocke schwarz, gab aber nur wenige Luft, welche ein Licht verlöschte; Wismuth und Nickel gaben fast gar keine, Bley und Kupfer ganz und gar keine Luft, jedoch war die Hitze für letzteres nicht stark genug.

Kreide lieferte aus einem Flintenlaufe entzündbare Luft, welche mit einer blauen Flamme brannte. Daß solche vom Eisen herrührte, ward durch die Versuche mit dem Brennglase bestätigt; allein die entzündbare Luft aus dem Eisen brannte nicht blau. Als Priestley aber durch Säuren aus kalkartigen Stoffen entbundene fixe Luft mit entzündbarer mischte, brannte diese immer mit einer bläulichen Flamme.

Bloſses

Bloßes Feuer entband nur wenige fixe Luft aus der Kreide, aber durch zugesetzte Eisenfeilspähne ward viel Luft dieser Art aus dem Flintenlaufe gewonnen.

Alle Metallkalke gaben keine entzündbare, sondern fixe Luft, und zwar in großer Menge; Eisenrost gab ziemlich viel, von welcher $\frac{2}{3}$ fixe Luft waren, die übrige aber von der salpeterartigen nicht verändert ward und ein Licht auslöschte; ein anderes mal lieferte er reine fixe Luft, welche sich fast gänzlich mit dem Wasser mischte. Spiesglanzzinnober gab zu wenig, als daß ihre Eigenschaft näher hätte untersucht werden können; gemeiner Zinnober gab mehrere, ohngefähr 40 mal so viel als er betrug, und zwar fixe Luft, weil Wasser sie sehr geschwind aufnahm; er ward hiebey, wie der Eisenrost, schwarz.

Metallische Salze lieferten, wenn es möglich war, fixe Luft, welche nach Priestley's Beobachtungen in den meisten metallischen Stoffen enthalten ist. Bleyweiß gab sehr viel, lauter reine fixe Luft; Bleyzucker und Knallbley gar keine, grüner und blauer Vitriol fixe, weißer Vitriol zehnmal mehr, wovon die Hälfte vom Wasser verschluckt ward, und in der übrigen ein Licht brannte; gebrannter weißer Vitriol gab außer der fixen Luft einige Luft, welche die gemeine ein wenig verminderte, was Priestley von zufälligen Beymischungen ableitet; Queckfilbersalpeter gab in Queckfilber viel, bloß salpeterartige Luft, welche nach Priestley's Vermuthung von der Trennung der Salpetersäure und ihrer Wirkung aufs Queckfilber herrührt; eine besondere Art römischer Vitriol lieferte eine Luft, deren eine Hälfte fixe Luft war, und die andere von der salpeterartigen nicht vermindert ward. Alaun gab im Queckfilber wenig,

dem

dem Anschein nach fixe Luft; gebrannter aus einem Flintenlauf viel Luft, von welcher ein Theil fixe Luft war, und die übrige ein Licht verlöschte, auch weder die gemeine Luft veränderte, noch von der salpeterartigen verändert ward. Vitriolisirter Weinstein gab aus einem Flintenlaufe lauter fixe Luft, der letzte Antheil verminderte gemeine etwas, welches Priestley den Unreinigkeiten des Flintenlaufs zuschreibt. Calcinirter Borax gab Luft, welche dem Reste der fixen oder beynahe der gemeinen phlogistisirten nahe kam. Salmiak lieferte vor dem Brennglase viele Luft, welche fixe zu seyn schien; Zucker gab Luft, von welcher $\frac{4}{5}$ geschwind vom Wasser verschluckt ward, und die übrige ein Licht auslöschte. Kochsalz gab auf Quecksilber gar keine Luft. Kreide ließ vor dem Brennglase die Luft sehr schwer fahren, welche aber jederzeit fixe Luft war; einmal ward von derselben beynahe so viel vom Wasser verschluckt, als wenn sie durch eine Säure entbunden worden wäre; aus einem Glase im Sandbade getrieben gab die Kreide ebenfalls ächte fixe Luft, welche Kalkwasser fällte, und deren Rückstand nicht vom Wasser verschluckt ward und ein Licht auslöschte.

7. Von der Luft, welche durch die Auflösung der Gewächsstoffe im Salpetergeiste entbunden wird. Herr Bewley hatte bey der Bereitung der Salpeternaphtha einer gewonnenen fixen Luft gedacht, sie aber nachher salpeterartig befunden, und Lavoisier hatte aus einer Mischung von Salpetergeist und Weingeist durchs Erwärmen Luft entbunden, welche mit einer blauen Flamme brannte. Priestley wiederholte den Versuch durch Erwärmung einer Mischung aus $\frac{1}{3}$ Salpetergeist und $\frac{2}{3}$ Weingeist mit gleichem Erfolge; die durch Wasser gegangene Luft schien

schien mit einer Mischung von $\frac{1}{3}$ entzündbarer und $\frac{2}{3}$ salpeterartiger Luft sehr übereinzukommen, woraus sie auch nach Priestley's Meynung zu bestehen schien. Er glaubte, daß die Salpetersäure sich des Brennbaren des Weingeistes bemächtigt und so salpeterartige Luft erzeugt hätte, und noch Entzündbares genug vorhanden gewesen wäre, die Luft zum Theil entzündbar zu machen.

Wenig Weingeist zu vielem verdünnten Weingeist gegossen gab viele größtentheils fixe, und hiernächst mehr oder weniger phlogistisirte salpeterartige Luft. Terpentinöl lieferte eben solche, und Priestley vermuthet es von allen wesentlichen Oelen, so wie auch Vitriol- und Salpeteräther dergleichen lieferten. Uebrigens erforderten diese Versuche viel Behutsamkeit. Olivenöl gab auch solche Luftarten. Talg und Wachs mit Salpetergeist erhitzt gaben wenig Luft, welche Kalkwasser fällte; Harze desgleichen. Arabisches Gummi ward leicht aufgelößt und gab viel, theils fixe, theils stark salpeterartige Luft; so auch Copal. Kampher gab mit verdünntem Salpetergeiste sehr starke salpeterartige Luft bey starkem Feuer, da der flüssig gewordene Kampher mit überging, und im Wasser wieder hergestellt ward; ob ein Theil der Luft fixe war, hat Priestley nicht untersucht. Ambra gab wenig Luft, welche Kalkwasser fällte.

Siegellack gab mit Salpetergeist zuerst höchst salpeterartige Luft, hernach bey stärkerer Hitze eine Luft, welche die gemeine nicht veränderte, vom Wasser schnell verschluckt ward, anfänglich ein Licht verlöschte, aber, nachdem sie im Wasser gewaschen war, solches mit einer blauen Flamme brennen ließ, mit welcher es auch verlosch. So verhielten sich auch andere

dere feſte Subſtanzen, welche Brennbares enthielten, z. B. Holzkohlen, trockene Hölzer, Kork. Zuletzt fing Prieſtley einige Theile auf; von altem getrockneten Eichenholze waren die erſten Theile ſalpeterartige, die letzten kaum, und verlöſchten ein Licht, nachdem es mit einer bläulichen Flamme gebrannt hatte. Sie ſchienen theils aus einer Miſchung von entzündbarer und ſalpeterartiger, theils aus fixer Luft zu beſtehen, auf welche letztere Prieſtley aus der geſchwinden Aufnahme im Waſſer ſchloß. Weizenmehl, Gerſte und Malz lieferten ebenfalls ſolche Luftarten, als Holzkohlen. Prieſtley hatte hiebey die Erforſchung der nahrhaften Theile zur Abſicht, welche er zwar nicht erreichte, dagegen aber entdeckte, daß thieriſche Stoffe ſich anders verhielten.

8. Von der Luft, welche durch Auflöſung thieriſcher Körper im Salpetergeiſte entbunden wird. Es fand ſich hier der merkliche Unterſchied, daß dergleichen Körper zwar auch ohngefähr eben ſo viel fixe Luft lieferten, die übrige aber entweder gar nicht, oder doch ſehr wenig ſalpeterartig, vielmehr eine Gasart war, welche weder gemeine Luft verminderte, noch von der ſalpeterartigen vermindert ward, und, weil ſie ein Licht verlöſchte, ſchlechtweg phlogiſtiſirte Luft genannt werden konnte. Sie glich zwar am Ende des Verfahrens, wenn ſie bey ſtarker Hitze ſchnell entbunden ward, derjenigen, welche unter den nämlichen Umſtänden von vegetabiliſchen Stoffen entbunden ward, indem ſie nur etwas entzündbar war, und mit einer grünlichen oder bläulichen lodernden Flamme brannte, da aber die Reſultate beträchtlich verſchieden ausfielen und die Urſachen nicht bekannt waren, ſo hat auch Prieſtley alles Merk-

würdige

würdige sorgfältig angemerkt, und hofft, daß diese Versuche bey weitern Nachforschungen die Vegetation und Animalisation in ein größeres Licht werden setzen können.

Hart getrocknetes Rindfleisch gab mit verdünntem Salpetergeiste ohne und mit Hitze eine Luft, welche die gemeine nicht merklich angriff, vom Wasser geschwind eingesogen ward und ein Licht auslöschte. Sehnen vom Halse eines Kalbes gaben eben solche Luft; sie schien überhaupt der phlogistisirten gemeinen sehr nahe zu kommen. Fleisch von der Brust und den Schenkeln eines kalekutischen Hahns zeigten keinen Unterschied, sondern lieferten eben solche Luft, als die Kalbessehnen, nur daß sie geschwinder vom Wasser aufgenommen ward; ein Theil ward 5 Minuten lang mit Wasser geschüttelt, und dabey $\frac{1}{4}$ verschluckt; die übrige löschte ein Licht aus, und war weiter nicht verändert, als daß sie nunmehr wie alle übrigen mit Wasser geschüttelten Luftarten von der salpeterartigen vermindert ward.

Getrocknetes Lachsfleisch gab sehr viel Luft, stets zum Theil fixe Luft, in der Mitte des Verfahrens schwach salpeterartige, zuletzt etwas entzündbare, bey Wiederholung des Versuchs aber keine salpeterartige. Fleisch von einem Barsche gab gar keine salpeterartige, sondern größtentheils fixe Luft. Ein großer Wurm gab zum Theil fixe Luft, der Ueberrest löschte ein Licht aus und war schwach salpeterartig, was Priestley von etwas in seinem Magen befindlichen herleitet.

Wespen gaben zum Theil fixe Luft, die übrige war so salpeterartig, daß 1 Maaß mit 2 Maaß gemeiner Luft einen Raum von $2\frac{1}{2}$ Maaß einnahm;

ein

ein Licht brannte in ihr mit einer grünlichen lodernden Flamme.

Haare und ſchwarze und weiße Krähenfedern gaben ebenfalls fixe Luft und ſchwach ſalpeterartige, welche letztere Prieſtley'n von nicht genugſamer Verdünnung des Salpetergeiſtes zu kommen ſchien. Horn lieferte ſehr leicht Luft, wovon ein Theil fixe Luft war und Kalkwaſſer fällte, die übrige, welche das Waſſer nicht einſog, war nicht merklich ſalpeterartig; die zuerſt übergehende Luft löſchte ein Licht aus, in der letzten brannte es mit einer ſchönen blauen lodernden Flamme.

Das Inwendige einer Auſterſchaale und Perlenmutter gab ſehr reine fixe Luft, von welcher nicht mehr zurückblieb, als von der durch Vitriolöl aus der Kreide gewonnenen. Elfenbein gab auch bey der Auflöſung viel Luft, welche Kalkwaſſer fällte; der Reſt war nicht ſalpeterartig und löſchte ein Licht aus, ohne beſondere Färbung der Flamme. Elfenbeinkohlen gaben größtentheils fixe Luft; die übrige war ſtark ſalpeterartig. Eyweiß und Eydotter gaben zum Theil fixe Luft, und die übrige war ſalpeterartig, ſo daß 1 Maaß mit 2 Maaß gemeiner Luft einen Raum von $2\frac{1}{2}$ Maaß einnahm.

Der dicke Theil des Bluts lieferte viel Luft, welche etwas fixe, aber keine ſalpeterartige enthielt; Blutwaſſer gerann gleich und gab weniger Luft, als alle übrige Stoffe; ſie war zum Theil fixe Luft, die übrige nicht ſalpeterartig und löſchte ein Licht aus. Milch gerann gleich und gab Luft, von welcher $\frac{1}{3}$ fixe und die übrige ſo ſalpeterartig war, daß 1 Maaß mit 2 Maaß gemeiner Luft den Raum von $2\frac{1}{4}$ Maaß einnahm.

nahm. Alter Käse gab größtentheils fixe und übrigens stark salpeterartige, Schöpsenfleischbrühe wenig, theils fixe, theils schwach salpeterartige Luft.

Schweinespeck ward von starkem und erwärmtem Salpetergeist nur wenig angegriffen und gab wenig Luft, theils fixe, theils beynahe so salpeterartige, wie die aus den Metallen entbundene, daß 1 Maaß mit 2 Maaß gemeiner Luft noch einen kleinern Raum als 2 Maaß einnahm.

Das Gehirnmark kam den Gewächsstoffen am nächsten; Schöpsengehirn gab viel Luft, halb fixe, halb so salpeterartige, als Milch; zuletzt bey starker Hitze trübe Luft, in welcher ein Licht mit einer lodernden grünlichen Flamme brannte.

Priestley fiel darauf, ob vielleicht der Unterschied zwischen den Produkten der thierischen und Gewächsstoffe von der Verschiedenheit des angewandten Salpetergeistes herrührte? erhielt auch von gekochtem Schöpsenfleische und Eyweiß außer der fixen Luft mit verdünntem Salpetergeiste viel schwächere salpeterartige Luft, als mit starkem, so wie auch altes trockenes Eichenholz mit sehr schwachem auch weniger salpeterartige entband, welche jedoch, nach der Reinigung von der fixen Luft, so stark als von Metallen war, daß also doch noch etwas von den versuchten Stoffen selbst abhing.

9. Vermischte Versuche über den Salpeter, die Salpetersäure und die salpeterartige Luft. Die Verwandtschaft der Salpetersäure zum Brennbaren sey immer noch ein Geheimniß; beständig halte solche noch Brennbares, und sey dennoch nach mehrerem so begierig, daß sie es fast allen

andern Stoffen entziehe. Daher möchten viele Stoffe, welchen ſie beygemiſcht ſey, ohne den Beytritt der atmoſphäriſchen Luft brennen können, und jetzt ſey faſt zu vermuthen, daß die gemeine Luft, welche aus ſolcher Säure und einer Grunderde beſtehe, nur vermöge dieſer Eigenſchaft die Flamme und das Leben der Thiere zu erhalten im Stande ſey. Ferner habe dieſe Säure, ſowohl in flüſſiger als Dampf- und Luftform, ſo viel Brennbares bey ſich, daß ſie gemeine und ſalpeterartige Luft phlogiſtiſiren könne, wie auch einige Verſuche zu lehren ſchienen; dahingegen bey andern die gemeine Luft von den Salpeterdämpfen nicht verändert ward.

Ganz unerwartet fand Prieſtley, daß Luft, welche über friſch geſchmolzenem Salpeter geſtanden hatte, ſchlechter geworden war, und keine ſo ſtarke Verminderung von der ſalpeterartigen erlitt.

Salpeterſaure Dämpfe ließen ſich doch luftförmig in Queckſilber erhalten, nachdem die durch ihre Wirkung auf letzteres erzeugte Salzrinde die weitere Wirkung verhinderte, bis Prieſtley Waſſer zuließ, um zu ſehen, ob ſolche Luft zu demſelben, wie die andern ſauren Luftarten, eine Verwandtſchaft hätte, und alſo ächte ſaure Luft wäre; ſchnell hinzugelaſſenes ſog $\frac{1}{3}$ ein. Die bey der Behandlung gebrannter Kieſel und Talg zwiſchen der phlogiſtiſirten und dephlogiſtiſirten aufſteigenden ſauren Dämpfe ließ Prieſtley zu verſchiedenen Luftarten; ſalpeterartige ward vermindert, bis ſie ihre Kraft, gemeine zu vermindern, verlor; gemeine, entzündbare und fixe Luft wurden nicht merklich verändert, daß mithin die ſauren Dämpfe zur Phlogiſtiſirung derſelben nicht Brennbares

genug

genug zu besitzen, oder wenigstens eine längere Zeit zu fordern schienen.

Priestley erhielt nun auch vom Bleye mit rauchendem Salpetergeiste ziemlich viel salpeterartige Luft, von welcher 1 Maaß mit 2 Maaß gemeiner Luft nur den Raum von 2 Maaß einnahm.

Da salpeterartige Luft, wenn sie durch Eisen und Schwefelleber phlogistisirt ward, mit der gemeinen Luft darin übereinkam, daß sie ein Licht mit einer schönen Flamme brennen ließ, so versuchte sie Priestley durch gedachte Stoffe, durch Kreide und fixe Luft der gemeinen völlig ähnlich zu machen: 4 Monathe über Eisen in Wasser gestandene löschte ein Licht aus; 6 Monathe über Eisen in Queckſilber gestandene ließ es mit noch einmal so großer als gewöhnlicher Flamme brennen; andere hatte über Eisen in Wasser in einem Jahre alle Eigenschaften einer phlogistisirten gemeinen Luft erhalten; Schwefelleber verschluckte $\frac{1}{4}$ ohne Wärme, der Rest ließ ein Licht mit einer größern Flamme brennen, ward aber von frischer salpeterartiger nicht vermindert; Schwefelleber und Kreide bewirkten dasselbe; sehr wenig in Wasser geschüttelt löschte sie ein Licht aus; eine Mischung von gleichen Theilen salpeterartiger und fixer Luft nahm über Eisen um $\frac{1}{3}$ am Umfange ab; der Rest ließ ein Licht mit einer größern Flamme brennen, ward aber von salpeterartiger Luft nicht vermindert. Auch bey wiederholtem Versuche geschah solches nicht. Sie verminderte die gemeine Luft nicht, und löschte ein Licht aus, ließ es aber wie gewöhnlich brennen, wenn sie durch Wasser von der fixen Luft gereinigt war.

10. Einige Beobachtungen über die gemeine Luft. Herr Priestley hatte die Verminde-

rung und Verschlimmerung der Luft durch Farbe aus Bleyweiß und Oel dem noch beym letztern befindlichen Brennbaren zugeschrieben; er fand schon damals, daß die Verkalkung des Zinns dasselbe bewirke, wie die des Bleyes, und bemerkte nun, daß die Verkalkung des Eisens solches auch that, mithin kein Metall hierin etwas vor dem andern voraus hatte; und da auch eine zum Theil aus Terpentin bestehende Mischung die Luft verminderte, so vermuthete er, daß das Terpentinöl, und nicht das Bleyweiß, an gedachter Verminderung den größten Antheil gehabt hätte, worin ihn nun ein Versuch mit Farbe, zu welcher Mennige genommen war, bestärkte. Auch fand Priestley bey wiederholtem Versuche mit der inwendig mit Kalk überzogenen Flasche, daß die Luft in derselben, über Wasser, in 9 Monathen um $\frac{1}{5}$ vermindert war, und von der salpeterartigen nicht mehr angegriffen ward. Dieß geschahe auch nicht bey der Luft, in welcher Bleyasche vor dem Brennglase eine röthliche Farbe erhalten hatte.

Auch versuchte Priestley, die Luft des Dunstkreises auf einem einfachern Wege, als durch phlogistisirte Prozesse, besonders durch den elektrischen Funken, von der fixen zu scheiden, aber vergebens; ungelöschter Kalk veränderte sie nicht.

Die Vermuthung, daß das Wachsen der Gewächse durch Athmen und Fäulniß schädlich gewordene Luft durch Anziehung des Brennbaren verbessere, ward durch eine Nachricht des Herrn Walker bestätigt, da ein grünes Gewächs das Wasser in einem Troge rein erhielt, welches sonst in demselben stinkend ward.

11. Von der flußspathsauren Luft. Priestley glaubt durch seine Versuche gefunden zu haben, daß die von Scheele [q]) entdeckte und von Boulanger für eine mit einem erdigen Stoffe verbundene Salzsäure gehaltene Flußspathsäure eine Vitriolsäure sey, welche so viel Brennbares besitze, als sie haben müsse, um Luft zu werden, aber zugleich mit sehr vieler Spatherde verbunden sey. Priestley that zerstoßenen Flußspath in eine Flasche mit eingeriebenem Stöpsel und Röhre, goß Vitriolöl darauf, und nahm sogleich wahr, daß nachher bey geringer Hitze sehr viele vollkommen durchsichtige Luft entwickelt wurde, welche sich, wie die übrigen sauren Luftarten, mit Queckſilber sperren ließ. Die Dämpfe bildeten beym Uebergange in die freye Luft eine dicke weiße Wolke, welches Priestley von angezogener Feuchtigkeit aus dem Dunstkreise ableitet; sobald sie Wasser berührten, entstand ein Häutchen auf demselben, welches seinen sauren Geschmack durch Waschen mit Wasser verlor. Diese Eigenschaft verstattete Priestley'n, verschiedene merkwürdige Erscheinungen zu untersuchen, welche er so erklärt, daß die Vitriolsäure, indem sie den Spath angreife, durch das in demselben befindliche Brennbare zum Theil flüchtig und zu vitriolsaurer Luft werde, und die Grunderde des Spaths beygemischt enthalte, bis sie das Wasser erreiche, mit welchem sich die Säure verbinde, und gedachte Erde fahren lasse.

Hiebey mußte das Rohr nicht zu enge seyn, weil es sonst leicht verstopft ward, auch fraß sie das Glas sehr

q) Abhandlung. der Schwedischen Akademie der Wissensch. B. XXXIII. S. 122 f.

sehr an, daher Priestley nur gemeine Flaschen gebrauchte, deren vierter Theil mit Flußspath angefüllt und dann so viel Vitriolöl darauf gegossen ward, daß $\frac{1}{4}$ leer blieb, damit die Luftblasen sich ausbreiten und bersten konnten, ohne daß etwas von der Auflösung ins Rohr gehen konnte.

Diese flußspathsaure Luft löschte ein Licht aus, ohne die Flamme, wie die salzsaure Luft, zu verändern. Vitriol- und Salpeteräther nahmen ohngefähr 20 mal so viel auf, als sie betrugen, ohne verändert zu werden; wässeriger Salpeteräther lieferte eine bräunliche Gallerte, welche sich von einem Lichte nicht entzünden ließ, sich aber an der Luft erhitzte und verdunstete; jedoch dieß nicht that, wenn sie in Wasser getaucht ward, sondern dann im Feuer ein weißes Pulver nachließ. Auf Schwefel, Kochsalz, Salmiak, Eisen, Schwefelleber und Gummilack äußerte sie keine Wirkung; Holzkohlen und Eisenrost verschluckten sie gänzlich; Alaun nahm sie geschwind auf, und ward auf der Oberfläche undurchsichtig weiß; lebendiger Kalk und Kreide verschluckten sie beyde zum Theil, und aus letzterer ward viel fixe Luft entbunden; laugenartige Luft gab mit ihr ebenfalls eine weiße Wolke, mischte sich aber nicht so geschwind mit ihr, als mit den andern sauren Luftarten, und das entstandene Salz, oder vielmehr der steinartige Stoff, ward weder vom Wasser noch vom Weingeiste aufgelößt; salpeterartige Luft wirkte nicht merklich auf sie, und blieb unverändert zurück, als jene vom Wasser verschluckt ward; Weingeist sog sie so geschwind ein, wie Wasser, ohne eine Veränderung zu zeigen; Terpentinöl nahm sie gar nicht auf.

Um Boulanger's Meynung, daß solche mit der salzsauren Luft übereinkäme, zu prüfen, versuchte Priestley ihre Wirkung auf Salpeter, welche sie zu bestätigen schien, indem sie das Luftvolumen verminderte, das Gefäß mit rothen Dämpfen anfüllte, die Wände mit einem wahrscheinlich von der Auflösung des Queckſilbers entstandenen weißlichen Stoffe bedeckte, und nachher weder gemeine Luft angriff, noch von der salpeterartigen angegriffen ward, und ein Licht verlöschte.

Priestley versuchte ferner Flußspathrinde in salzsaure Luft zu legen, und erhielt auch etwas der Flußspathluft ähnliches, welches mit Wasser eine andere Rinde gab, da auch $\frac{1}{4}$ zurückblieb; Vitriolöl trieb aus der Flußspathrinde Luft, welche auf dem Wasser aber keine Rinde erzeugte, mit Salpeter über Queckſilber salpeterartige Luft gab, vom Borax zum Theil und darnach vom Wasser ganz verschluckt ward.

In der Vermuthung, daß diese neue saure Luft bloße vitriolsaure mit Spathrinde angefüllte Luft wäre, erhitzte Priestley Flußspath in vitriolsaurer Luft über Queckſilber vermittelst des Brennglases, fand solche aber nicht verändert, wie auch die aus Flußspathrinde durch Vitriolöl entbundene Luft auf Wasser keine Rinde gab, sondern verschluckt ward; mit laugenartiger Luft gab solche einen weißen salzigen Stoff und veränderte den Salpeter und Borax nicht.

Priestley trieb diese Versuche nicht weiter, weil sie im Falle einer erhaltenen ächten vitriolsauren Luft doch nur Brennbares in der Flußspathrinde erwiesen haben würden, sondern sättigte, zur Entschei-

dung, Waſſer wiederholt mit flußſpathſaurer Luft, ſonderte jedesmal die erhaltene Rinde ab, und trieb die Luft wieder durch Hitze aus, welche dann vollkommen mit der vitriolſauren Luft übereinzukommen ſchien, nicht allein, ohne Erzeugung einer Rinde, vom Waſſer aufgenommen ward, mit lauzenartiger Luft einen pomeranzengelben Beſchlag an den Wänden des Gefäßes gab, der an freyer Luft verſchwand, Salpeter, Schwefel, Alaun und Salmiak nicht veränderte, von der Schwefelleber verſchluckt ward, ohne ihre Farbe zu verändern, ein Licht auslöſchte, ohne die Flamme zu färben, und Kampher, wie vitriolſaure Luft, auflößte, ſondern auch gemeine Luft eben ſo ſchädlich phlogiſtiſirte, und vom elektriſchen Funken ebenfalls das Glas mit einem ſchwärzlichen Stoffe überzog. Prieſtley hielt alſo nunmehr die flußſpath- und vitriolſaure Luft für einerley, nur daß jener etwas von der Grunderde des Spaths beygemiſcht wäre, indem auch bey dieſer Austreibung vom Waſſer das Rohr mit ſteinigtem Stoffe angefüllt war; übrigens ſchmeckte das Waſſer wie Alaun.

Endlich erhielt Prieſtley mit Salpetergeiſt vom Flußſpathe allemal phlogiſtiſirte und zuweilen ſogar ſalpeterartige Luft, zum Beweiſe, daß der Flußſpath Brennbares enthält.

Auch der Canton'ſche Phosphor gab mit Vitriolöl eine Luft, welche ſchnell vom Waſſer eingeſogen ward, und auf demſelben eine Rinde bildete, welche der Flußſpathrinde vollkommen gleich, nur nicht ſo ſtark war.

12. Einige Verſuche und Beobachtungen über die fixe Luft. Prieſtley hatte aus

Ita-

Italien erfahren, daß die durchs Feuer aus dem Kalkstein entbundene fixe Luft dem Wasser keinen säuerlichen Geschmack mittheilen wollte, und daher ihre Säure von der entbundenen Vitriolsäure herrühre. Dieß bewog ihn, Kreide in einem Glase im Sandbade zu erhitzen; die große Menge entwickelter Luft wurde vom Wasser verschluckt, auch blieb von ihr nicht mehr als der gewöhnliche Theil übrig, und sie fällte ebenfalls das Kalkwasser. Auch Holzkohlen gaben neben der entzündbaren durch Hitze fixe Luft, und nachher noch vermittelst des Salpetergeistes zum Theil solche. Tabackspfeifenton lieferte anfänglich aus einem Flintenlaufe entzündbare, nachher auch fixe Luft.

Priestley thut die Frage, ob die in den Speisen enthaltene fixe Luft ins Blut, und so in den Urin übergehe? und glaubt, daß durch den Gebrauch des mit fixer Luft geschwängerten Wassers der Blasenstein verhütet und besser aufgelößt werde.

Die fixe Luft sey stets ein Bestandtheil des Dunstkreises, da sie durch die salpeterartige Luft, den elektrischen Funken und anderes phlogistisches Verfahren, aus ihr gefällt werden könne; ja sie sey auch ein Bestandtheil der reinsten dephlogistisirten Luft, wie die Trübung des Kalkwassers bey der Mischung derselben mit salpeterartiger Luft lehre.

Priestley erhielt aus allen gährenden Flüssigkeiten reine fixe Luft, und zwar aus einer Flasche mit eingeriebenem Stöpsel und Röhre, durch Queckſilber aufgefangen, von $1\frac{1}{2}$ Unzenmaaßen

Maderawein - -	$\frac{1}{100}$ Unzenmaaß
Sechsjährigem Portwein	$\frac{1}{48}$ -
Fünfjährigem Rheinwein	$\frac{1}{24}$ -

Klaretwein auf dem Fasse	$\frac{1}{12}$	Unzenmaaß
Sechsjährigem Tokayerwein	$\frac{1}{20}$	-
Zweyjährigem Champagnerwein	2	-
Zwölfjährigem Apfelwein	$3\frac{1}{4}$	-

Nicht moussirender Champagnerwein gab auch sehr wenig fixe Luft.

13. Vermischte Beobachtungen. Ungelöschter Kalk gab mit den stärksten Säuren sehr wenig Luft; das Vitriolöl ward hiebey zu einer dicken Gallerte, welche in der Hand wieder flüssig ward. Luft aus Fischblasen war zuweilen vollkommen schädlich, zuweilen weniger; kleine Fische starben in Wasser, das mit fixer Luft geschwängert war, wie bereits schon Hunter wahrgenommen hatte. Flüchtiges Laugensalz griff Messing in gemeiner mit salpeterartiger versetzter Luft an, mit laugenartiger Luft nicht. Aetzendes fixes Laugensalz gab durch Hitze keine laugenartige Luft, sondern nur wässerige Dämpfe. Salzsaure Luft machte endlich die Schwefelleber flüssig, nahm dabey immer mehr ab, ward dann vom Wasser sehr wenig verschluckt, betrug darauf $\frac{1}{4}$ der ersten Menge, und löschte ein Licht aus. Salpeteräther vermehrte gemeine Luft nur um $\frac{1}{6}$ ihres Umfangs, ward nachher vom Wasser verschluckt, und ließ sie unverändert zurück. Mennige gab mit flüchtig laugensalzigem Wasser keine Luft, ward auch nicht schwerer. Einige Versuche über die brechende Kraft der salpeterartigen und entzündbaren Luft zeigten keinen Unterschied. Andere Mineralsäuren, als die Salpetersäure, gaben nicht die oben angeführten Luftarten. Bey wiederholter Auflösung des Salpeters in salzsaurer Luft bestätigte sich Priestley's Vermuthung, daß die durch sie entbundene Salpetersäure das Queckſilber zum

Theil

Theil auflöse, und salpeterartige Luft erzeuge, welche die Hälfte des von der salzsauren Luft eingenommenen Raums einnahm. Den Borax verwandelte die letztere in einen weißlichen Stoff, wie die laugenartige Luft den Alaun. Endlich versuchte auch Priestley die Wirkung des elektrischen Funkens auf einige Luftarten, welche sich nicht mit Wasser sperren ließen: salzsaure ward vermindert, und färbte das Rohr nahe am Queckſilber weißlich; zugelassenes Wasser ließ zu wenig zu fernern Versuchen übrig; vitriolsaure Luft schien eher zu als abzunehmen, und überzog das Rohr mit einem schwärzlichen Stoffe, ward auch nachher eben so stark, als die vorige, vom Wasser verschluckt; laugenartige Luft nahm außerordentlich zu, und verlor nachher durchs Wasser nur diese Zunahme, griff dann gemeine Luft nicht an, ward auch von der salpeterartigen nicht angegriffen und war so entzündbar, als Priestley je gefunden.

14. Versuche und Beobachtungen über die Holzkohlen. Diese betreffen eigentlich die leitende Kraft derselben. Priestley fand, daß diese von einer gewissen Stufe der Hitze abhing, welche sie erfahren hatten; Holz mußte etwa $\frac{1}{4}$ am Gewichte verlieren, ehe es im geringsten zu einem Leiter ward; um zu einem vollkommenen zu werden, mußte es ohngefähr um $\frac{2}{10}$ leichter und um die Hälfte kürzer werden. Die Güte der leitenden Kraft beruhe auf dem öligen Theile, und zwar einer gewissen Stufe der Brenzlichkeit; bestehe demnach in einer Verbindung mit dem in der Grundmischung dieser Körper gebundenen Brennbaren, in so weit solche Beymischung durch anhaltende Hitze vergrößert werde. Die beym Verkohlen entweichende entzündbare Luft aufzufangen, brachte

Prieſt-

Prieſtley die Stoffe in einen Flintenlauf, kittete ein langes gläſernes Rohr daran, und band an das andere Ende deſſelben eine Blaſe, aus der die Luft vollkommen ausgedrückt war.

15. Vom Imprägniren des Waſſers mit fixer Luft; wovon das weſentlichſte weiter unten beſonders erzählt werden ſoll.

16. Hier führt Prieſtley verſchiedene Stellen ſeiner erſten Beobachtungen an, welche man nicht richtig verſtanden habe.

17. Einige Verſuche, welche Prieſtley nachher noch angeſtellt hat. Dahin gehören 1. Verſuche mit der vitriolſauren und gewächsſauren Luft. Ihre Aehnlichkeit ward durch Beobachtungen erwieſen: der elektriſche Funke färbte in der letztern das gläſerne Rohr gleichfalls ſchwärzlich, und ſie ward hernach beynahe gänzlich vom Waſſer verſchluckt; halb mit Waſſer gefüllte Röhren wurden in der vitriolſauren, wie in der gewächsſauren, auch in der aus dem mit flußſpathſaurer Luft geſättigten Waſſer getriebenen durch die zunehmende Luft vom Waſſer geleert; gewächsſaure Luft verdarb die gemeine, wie die vitriolſaure; der einzige weſentliche Unterſchied außer ihrem Geruche zeigte ſich in dem Verluſte der Farbe des Olivenöls in gewächsſaurer Luft, das in vitriolſaurer und andern ſauren Luftarten eine dunkele Farbe erhielt; doch ward Terpentinöl in erſterer auch einmal gelblich. Da der gebrauchte Eſſig durch Vitriolöl entbunden war, ſo konnte die aus demſelben entbundene Luft auch wohl zum Theil aus vitriolſaurer Luft beſtanden haben; anderer Eſſig gab keine, und die über Eſſig geſtandene und mit Dämpfen deſſelben durchs Sieden übergetriebene

bene gemeine Luft war, nachdem sie eine Nacht über Quecksilber gestanden hatte, von anderer gemeiner nicht verschieden. 2. Mit dephlogistisirter Luft. Neue Versuche mit Mennige und Salpetergeist zeigten, daß die Menge derselben von der Menge des angewandten Salpetergeistes abhing, und die Menge der fixen Luft immer gleich war. 3. Von der Wirkung der Salpetersäure auf die gemeine Luft. Die Ausflüsse des Salpeteräthers verdarben dieselbe eben so, als die Dämpfe des Salpetergeistes. Da Speck wenig vom siedenden Salpetergeiste angegriffen ward, so versuchte Priestley salpetersaure Luft durch geschmolzenen Speck zu sperren, erhielt aber durchs Sieden des Salpetergeistes bloß die über ihm gestandene gemeine Luft sehr verschlimmert. 4. Mit der fixen Luft. Der vom Wasser nicht verschluckte Rückstand sey phlogistisirte gemeine Luft, obwohl durchs Waschen mit Wasser etwas verbessert. 5. Mit der Schwängerung des Wassers mit fixer Luft.

Hiernächst folgen im Anhange: 1. Versuche und Beobachtungen einer chemischen Untersuchung des flüssigen Wesens, das man gewöhnlich fixe Luft nennt, welche beweisen, daß dieses flüchtige Wesen ein bloßer Dampf einer besondern Säure sey, in zwey Briefen von W. Bewley. Diese Säure sey nicht zufällig, sondern eigenthümlich, nicht außer ihr befindlich, die einzige ihrer Art, und nehme bey der Entbindung sogleich die Gestalt eines elastischen Dampfes an, welcher größtentheils der gemeinen Luft gleiche, werde an verwandte Körper wieder verdichtet, gebunden, und vereinige sich mit ihnen, wie andere Säuren; Lakmus- und Kornblumenaufgüsse wurden roth, Schwefelleber zerlegt, durch was für Mineralsäure sie auch ausgetrieben

trieben war; so wie auch die aus der Bierwürze während der Gährung entbundene Luft dasselbe bewirkte; die aus der Bittersalzerde in einem Glase durchs Feuer entbundene fixe Luft färbte den Lakmusaufguß ebenfalls roth, und besaß die übrigen Eigenschaften der fixen Luft. Diese sowohl als auch die aus der Kreide durch Vitriolsäure und Hitze entbundene Luft stellten die blaue Farbe des durch Laugensalz grün gefärbten Veilchensyrups und andere Aufgüsse wieder her, wodurch Herr Bewley die saure Beschaffenheit der Luft für erwiesen hält. Die beynahe gänzliche Einsaugung von Laugensalzen und andere Thatsachen überzeugten ihn, daß diese Säure ein wesentlicher Bestandtheil der fixen Luft wäre, wenn sie nicht selbige ganz ausmache. 2. Ein Brief von Percival über die Auflösung der Blasen- und Gallensteine durch Wasser, welches mit fixer Luft geschwängert war. 3. Ein Brief von Dobson über die Wirksamkeit der fixen Luft in fauligen Krankheiten. 4. Ein Brief von Magellan über die dephlogistisirte Luft. Da Priestley bey seinen Versuchen durch frisch zugesetzten Salpetergeist aufs neue dephlogistisirte Luft erhielt, bis der erdige Stoff verzehrt war, so fiel Magellan darauf, zu Ende des ersten Verfahrens zu untersuchen, ob die nachgebliebene Mischung noch Salpetersäure behalten hätte? Sie veränderte die Farbe der Lakmustinktur nicht, und Magellan hält dieß für den sichersten Beweis, daß die Salpetersäure bey diesem Versuche durch die Hitze entbunden sey, und zugleich, mit einem Theile der erdigen Stoffe verbunden, eine Luftform bekommen habe, und in eine Luft verwandelt sey, welche man athmen könne. Da nun hier keine Spur von Säure anzutreffen sey, so sey entweder die Luft oder die Säure kein Element.

Endlich

Endlich folgt noch ein dritter Brief von Bewley, welcher weitere Versuche und Beobachtungen über die mephitische Säure enthält; besonders gegen Herrn Landriani, der die Säure der fixen Luft für fremde halte, und, je nachdem solche durch Vitriol- oder Salpetersäure entbunden sey, mit laugenartiger Luft vitriolischen oder salpeterartigen Salmiak erhalten habe; daher auch durch Citronensäure entbundene Luft die Lakmustinktur nicht färbe, und der Geruch und Geschmack des angeschwängerten Wassers die besondere Säure verrathe, von welcher ihre Säure herrühre. Bewley gibt eine zufällige Beymischung zu, behauptet aber aus seinen Versuchen, daß die fixe Luft eine ursprüngliche Säure sey; eine abgeänderte Vitriolsäure könne die durch sie entbundene Luft nicht seyn, weil sie die milden Kalkerden auflöse, und beym Abdampfen des Wassers oder zugesetztem Laugensalze wieder als milde Kalkerden fahren lasse, das Ammoniak nicht zum Anschießen bringe, und mit ihr gesättigtes Laugensalz das Queckſilber nur weiß fälle; eben so wenig rühre die Säure derselben von der Salpetersäure her, wenn sie durch diese entbunden worden. Bewley fand zwischen dem mit derselben und dem mit der durch Zitronensäure entbundenen bereiteten künstlichen Pyrmonter Wasser keinen Unterschied, auch wurden die aus der stärksten Weinsteinsalzlauge durch erstere gewonnenen Anschüsse nicht salpeterartig; so lieferte auch die Verdichtung durch Mischungen keine wahre vitriolische, oder Salpetersalze. Bewley wiederholte die Entbindung der fixen Luft durch bloße Hitze in Gläsern aus Bittersalzerde, und erhielt reine fixe Luft von denselben Eigenschaften, welche die durch Säure entbundene hatte; auch die aus der Kreide entbundene zeigte solche nur zum Theil, aber die Kreide braußte auch

noch

noch mit Säuren, und hatte beynahe noch alle ihre fixe Luft behalten; ihre Säure ſey alſo keine Dämpfe einer fremden Säure, ſondern ein eigener Grundſtoff, in allen Verſuchen unveränderlich und von andern durch ihre Eigenſchaften ſehr verſchieden. Das Mittelſalz, welches dieſe mephitiſche Säure mit den fixen Laugenſalzen gebe, ſey beſonders als ein fiebervertreibendes und fäulnißwidriges Mittel in Fiebern und andern faulen Krankheiten zu empfehlen.

Der dritte Theil der Verſuche und Beobachtungen über die verſchiedenen Luftarten Prieſtley's kam im Jahre 1777. heraus, welcher eben ſo reichhaltig an neuen Entdeckungen iſt.

In der Einleitung beſchreibt er abermals einige neue Geräthe: eine hölzerne, 7 Zoll lange und 3 Zoll breite und tiefe Wanne mit einem walzenförmigen Boden, zur Miſchung laugenartiger und ſaurer Luft über Queckſilber; Flaſchen mit eingeſchliffenen Stöpſeln, in deren oben gekehrtem Boden zwey gläſerne Röhren hineingekittet werden, Luft durch andere Stoffe und Waſſer gehen zu laſſen; eine Verbindung eines länglichen Kölbchens mit mehreren derſelben; Hrn. Woulfs Geräthe zur Auffangung des aus einer Retorte getriebenen Salpetergeiſtes, nämlich außer dem Vorſtoße eine kugelige Vorlage mit zwey zu einer Röhre ausgezogenen Oeffnungen im Bauche, welche in zwey Gefäße leiten. Hierauf folgen dieſe Verſuche:

1. Von der Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft aus verſchiedenen Metallen. Prieſtley hatte ſolche vormals aus allen Erden mit Salpetergeiſt erhalten, von den metalliſchen aber nur die Bley- und Zinkerde angewandt, weil er nicht wußte, wie er den übrigen ihr

ihr Brennbares entziehen sollte, um nicht salpeterartige und phlogistisirte Luft, anstatt der dephlogistisirten, zu erhalten. Priestley lernte hernach zufälliger Weise, sie rein zu erhalten, und zugleich die Menge des in jeder enthaltenen Brennbaren und der nachbleibenden reinen Erde, mithin auch die Stufe der Leichtigkeit ihres Ueberganges in Luft, zu bestimmen, indem er die Metalle vollkommen auflößte, die Auflösung in ein gläsernes Gefäß übertrieb, frischen Salpetergeist darauf goß, sobald die Auflösung trocken geworden war, und damit fortfuhr, bis so viel davon, als er wünschte, in Luft übergegangen war, da denn Metallkalke, welche weniger Brennbares enthielten, beym ersten Uebertreiben reine, die aber mehr Brennbares besaßen, anfänglich salpeterartige und phlogistisirte, und erst beym zweyten oder dritten Verfahren reine Luft lieferten. Gold gab bey der Auflösung in Königswasser und Abziehung der Auflösung, zur Hälfte aus sauren Dämpfen und halb aus reiner dephlogistisirten Luft bestehende Luft. Silber lieferte bey der Auflösung in verdünntem Salpetergeiste salpeterartige, und nachher im Sandbade etwas mehrere reine Luft; Queckſilber gab salpeterartige, nachher im Sandbade noch mehrere und eben so viel reine dephlogistisirte Luft; der Rest von der Auflösung des Queckſilbers im Vitriolsauren gab mit Salpetergeist wenig fixe, dann salpeterartige, zuletzt dephlogistisirte Luft; Kupferkalk von einer Auflösung im Vitriolsauren gab eben dergleichen, nur mehrere; die Kupferauflösung selbst, welche zuerst salpeterartige Luft gegeben hatte, lieferte beym Uebertreiben bis zur Trockniß leicht dephlogistisirte Luft; der durch Einsieden dieser Auflösung niederfallende Bodensatz gab viele halb fixe, halb dephlogistisirte Luft, und das rückständige schwarze Pulver mit

Salpetergeiſt aus einem Flintenlaufe alle drey Arten, auch ohne Feuer halb fixe, halb beſſere, als gemeine; das von Entbindung der ſalpeterartigen Luft rückſtändige Eiſen gab im Sandbade halb fixe, halb ſalpeterartige Luft, woraus Prieſtley auf mehr Brennbares im Eiſen, als im Kupfer ſchließt; wiederholtes Aufgießen von Salpetergeiſt und Erhitzen gab ſehr dephlogiſtiſirte mit weniger fixer, als die aus dem verkalkten Queckſilber entbundene. Am Bleye zweifelte Prieſtley aus ſeinen vorigen Verſuchen nicht. Zinn enthielt das wenigſte Brennbare unter allen Metallen, und gab durch Auflöſung in verdünnter Salpeterſäure zuerſt ſalpeterartige und zuletzt dephlogiſtiſirte Luft.

2. Von den Erſcheinungen, welche ſich bey der Auflöſung einiger Halbmetalle im Salpetergeiſte ereignen. Nach den angeführten Verſuchen ſchienen Bley, Kupfer und Queckſilber die meiſte reine Luft zu liefern, Zinnaſche aber dazu am wenigſten geſchickt zu ſeyn. Prieſtley verſuchte unter den Halbmetallen den Zink, Wismuth und Spießglanz, welche gleich vom Anfange an beträchtlich viel reine Luft lieferten. Er erklärt bey allen dieſen Verſuchen, mit den Metallen und Halbmetallen, den Vorgang ſo, daß der Salpetergeiſt, vermöge ſeiner Verwandtſchaft, ſich ihres Brennbaren bemächtige, und ſie als bloße Erden zurücklaſſe, welche mehr oder weniger Brennbares noch enthielten; mit dieſem verbinde er ſich dann, und gebe damit ebenfalls ſalpeterartige Luft, in deren Verbindung die Erde zum Theil mit übergehe; wenn aber das Brennbare erſchöpft ſey, ſo entſtehe durch die Verbindung der erdigen Theile mit der Salpeterſäure dephlogiſtiſirte Luft, indem die reinſte davon kein Brennbares enthalte. Geſättigte in der Kälte gallertartig

gewordene Zinkauflösung gab anfänglich phlogistisirte gemeine Luft aus der Flasche, dann zweymal so gute, als gemeine, und endlich höchst reine; die Auffangung in einzelnen Theilen lieferte zwischen der erstern und letztern entzündbare salpeterartige Luft, welche ein Licht mit einer größern Flamme brennen ließ, die gemeine weder angriff, noch von der salpeterartigen angegriffen ward, und mit der unmittelbar bey der Auflösung des Zinks erzeugten einerley war, indem sie mit Priestley's dephlogistisirter Luft übereinkam, welche allemal die Grundmischung dieser Art salpeterartiger Luft ausmache. Aus dem Zinke selbst ward außer der allemal in der dephlogistisirten und gemeinen, bey der Zerlegung durch salpeterartige, anzutreffenden keine fixe Luft entbunden. Die dephlogistisirte Luft aus dem Wismuthe enthielt keine fixe Luft; die Krystalle der Auflösung gaben ohngefähr 20mal so viel Luft, von welcher nur der erste Antheil etwas fixe Luft enthielt, die übrige reine dephlogistisirte war. Aber Spießglanz gab mit starkem Salpetergeiste eine Auflösung, welche im Sandbade ohngefähr 10mal so viel Luft gab, von welcher $\frac{1}{3}$ fixe war.

3. Von der Erzeugung der dephlogistisirten Luft aus erdigen Stoffen besonders; zu bestimmen, ob die hiebey entwickelte Luft eine Abänderung der Salpetersäure sey. Priestley verfiel hierauf, weil er bey der salpeterartigen Luft allemal eine Menge fixer Luft antraf, wenn er sie aus andern Körpern, als Metallen, entband, auch, nachdem schon alle in solchen enthaltene Luft ausgetrieben war, durch Anfeuchten mit Salpetergeist und wiederholtes Verfahren wiederum sowohl fixe, als dephlogistisirte Luft erzeugt ward, und die dephlogistisirte Luft sowohl als die gemeine,

bey der Zerlegung durch salpeterartige, oder jedes andere phlogistische Verfahren, allemal einen gewissen Gehalt von fixer Luft zeigte, welches wohl nicht anders, als durch eine Verwandlung der Salpetersäure in fixe Luft, durch Verbindung mit etwas Brennbarem und Erde, erklärt werden könnte; welche Meynung auch die Erfolge seiner nachfolgenden Versuche zu bestätigen schienen.

4. Versuch, ob es nicht möglich sey, die Menge des Salpetergeistes in einer gegebenen Menge dephlogistisirter Luft zu bestimmen. Da die atmosphärische Luft nach den vorigen Beobachtungen aus Salpetergeist, Erde und Phlogiston bestand, so fiel Priestley darauf, das Verhältniß des erstern zu bestimmen. Es gelang ihm zwar nicht nach Wunsche, doch zeigten die Versuche besondere Erscheinungen, aus welchen er schließt, daß die atmosphärische Luft größtentheils aus Erde bestehe, und der Salpetergeist nur ein Mittel sey, die Erde zur Annahme der Gestalt einer elastischen Flüssigkeit fähig zu machen, und in ihr die Verwandtschaft zum Brennbaren zu bewirken, von welcher ihr Nutzen beym Athemholen u. dergl. Erscheinungen mehr abhangen. Priestley wählte daher, um die Menge der zu mischenden Erde und Salpetersäure und der erhaltenen Luft genau zu bestimmen, Erden, welche die meiste zum Athmen taugliche und die wenigste mephitische Luft lieferten. Zugleich hatte er die Absicht, aus ihrem Verluste am Gewichte die Menge der in der erzeugten Luft befindlichen Erde zu bestimmen, alsdann aber auch die Luft durch übergetriebenes Wasser gehen zu lassen, um das Verhältniß der aus selbigem erhaltenen Menge der salpeterartigen Luft

zu

zu der durch den Salpetergeist allein entbundenen genau zu entdecken. Priestley fand indessen Schwierigkeiten bey der Bestimmung der Menge der in der Luft enthaltenen Erde aus dem Verluste des Gewichts der angewandten, weil die frisch erzeugte, noch heiße Luft mehr Erde enthielt, und viele beym Erkalten zu einem weißen Pulver fallen ließ; dieselben Schwierigkeiten fanden sich bey der Bestimmung des in der Luft enthaltenen Salpetergeistes, weil das Wasser, welches die Säure verschluckt hatte, bey der Auflösung des Gypses mehrere salpeterartige Luft entband, als die Säure selbst gethan haben würde. Priestley schließt hieraus, daß die Salpetersäure dephlogistisirt, und dadurch zur Aufnahme von mehrerem Brennbaren und selbst zur Zerlegung der Substanzen, welche dergleichen enthalten, geschickt geworden sey. Da die Versuche mit den reinsten Säuren ihm nicht genügend waren, so nahm er seine Zuflucht zu dem mit Salpeterdämpfen geschwängerten Wasser, goß 8 Pennygewicht desselben auf 3 Unzen Mennige und entband 42 Unzenmaaße, beynahe ganz aus der reinsten dephlogistisirten bestehende Luft; halb so viel Säure gab vor dem Verfahren 17 Unzenmaaß salpeterartige Luft, mithin das Ganze 34 Unzenmaaß und $\frac{1}{3}$ von dem mit überflüssiger Säure geschwängerten Wasser; nach dem Verfahren 8 Unzenmaaß. Das Ganze würde also 24 Unzenmaaß gegeben haben, woraus Priestley schließt, daß die ganze Wassermenge ohngefähr 30 Unzenmaaß erzeugt haben würde.

5. Beobachtungen über die Respiration und den Nutzen des Bluts. Priestley hatte schon aus seinen vorigen Versuchen geschlossen, daß das Athmen ein phlogistischer Prozeß sey; nunmehr

glaubte er erwieſen zu haben, daß das Blut, als eine beſonders zur Aufnahme des Brennbaren und Verbindung mit demſelben geſchickte Flüſſigkeit, ſolches bewirke, welches nachher ſeine Farbe ändere, und ſowohl auf die äußere, als auf die in den Lungen enthaltene Luft auf einerley Art wirke. Nach ſeiner Meynung beſteht der größte Nutzen des Bluts darin, daß es bey ſeinem Umlaufe das Brennbare aufnehme, es der Luft in den Lungen mittheile, und ſo den Körper vom Ueberfluſſe deſſelben befreye.

6. Vermiſchte Verſuche und Beobachtungen über die dephlogiſtiſirte Luft. Die Vortheile, welche ihre Anwendung verſprach, bewogen Prieſtley'n, ſie auf eine wohlfeile Art zu gewinnen; indeſſen ward ſeine Abſicht nicht erreicht, doch aber ſind ſeine Verſuche ſehr lehrreich. Eine Miſchung von Vitriolöl und Salpeter wollte die Dienſte des Salpetergeiſtes nicht leiſten, indem der entbundene Geiſt zu ſchnell überging; die entwickelte Luft durch Waſſer gehen zu laſſen, könne den Aufwand des Salpetergeiſtes größtentheils erſparen, indem ſolches die überflüſſige Säure einſaugen werde, und bey einem andern Verfahren der Erde beygemiſcht werden könnte. Eine geſchmolzene Miſchung von Kieſelpulver und Salpeter gab mit Salpetergeiſt nicht mehr Luft, als Kieſel für ſich allein. Die Miſchungen in kleinen gläſernen Phiolen in den Flintenlauf zu ſtellen half nichts, ſondern das Glas ward entweder zu geſchwind zerſtört, oder der überflüſſige Salpetergeiſt griff nach Durchdringung des Glaſes noch das Eiſen an, und verdarb die Luft; eine Miſchung aus Kieſelpulver, Salpeter und Salpetergeiſt gab ſo $4\frac{1}{2}$ Sechsunzenflaſchen Luft, wovon $\frac{3}{4}$ fixe Luft waren, und vom Kalkwaſſer

wasser mit Fällung der Kalkerde eingesogen wurden; der Rest war von der ersten Flasche zweymal so gut, als die gemeine Luft, von der andern salpeterartige. Grüne Salpetersäure mit Mennige gab aus einem Glase im Sandbade, selbst beym Glühen, keine Luft, aber über Quecksilber im Brennpunkte eines Brennspiegels viel Luft, von welcher $\frac{1}{3}$ fixe Luft, die übrige rein dephlogistisirt war. Der in der häufig entbundenen dephlogistisirten Luft enthaltene und gesammelte weiße pulverartige Stoff braußte mit dem Salpetergeiste nicht, schien aber doch zum Theil, wiewohl nicht vollkommen, von demselben aufgelößt zu werden.

7. Von der Wirkung des Terpentinöls und Weingeistes auf gemeine Luft. Ersteres verminderte dieselbe beträchtlich, und veränderte den Rest in phlogistisirte Luft; einen Theil sog es ganz ein; auch Münzen- und Zimmtöl hatten die über sie in Flaschen stehende Luft so phlogistisirt, daß glühende Stückchen Holz gleich in derselben verloschen. Wasser und äßendes Laugensalz ließen, wie das Terpentinöl, Luft unter dem leeren Raum der Luftpumpe fahren, nahmen aber von derselben, ersteres nur sehr wenig, letzteres kaum so viel in sich, daß man es bemerken konnte. Der Weingeist griff die gemeine Luft, wie das Terpentinöl, nur schwächer an, und schien dem Wasser gleich zu wirken, d. i. gute mit Verminderung zu verderben und schlechte etwas zu verbessern, so daß sie in beyden Fällen etwas schlechter als gemeine blieb. Aether theilte sein Brennbares der Luft nicht merklich mit.

8. Vermischte Beobachtungen über die gemeine Luft. 1. Von der Wirkung des Salpetergeistes auf die gemeine Luft. Er konnte sie nach

Verhältniß ſeines Brennbaren verderben, etwas verbeſſern, oder unverändert laſſen; gemeine und dephlogiſtiſirte wurden von rauchendem Salpetergeiſte ohngefähr gleich vermindert, und letztere ſehr verſchlimmert, wobey ſeine Farbe nach der Oberfläche zu heller ward, und obenauf weißlichte Wolken erſchienen. 2. Von der Bewegung der Luft im Salzwaſſer; ſchädliche ward dadurch nicht mehr, als von bloßem Waſſer, verbeſſert. 3. Von der in den Höhlungen der Pflanzen befindlichen Luft; in den Hülſen der Sennesblätter und den Zwiebelſtielen befindliche war von gemeiner nicht verſchieden.

9. Von der Schwängerung des Waſſers mit ſalpeterartiger Luft. Die Möglichkeit derſelben hatte Prieſtley bereits im erſten Theile erwieſen. Hier theilt er nur noch einige Bemerkungen mit; einmal gab mit Salpeterluft geſchwängertes Waſſer, die aus Wismuth entbunden war, einen ſehr weißen Niederſchlag, und behielt nicht Säure genug, die Lakmustinktur roth zu färben. Aus Wismuth, Kupfer und Eiſen entbundene Salpeterluft ward, jede beſonders, zur Schwängerung des deſtillirten Waſſers angewandt; dieß ſog von jeder ohngefähr $\frac{1}{6}$ ein, und gab ſehr langſam einen geringen dunkelbraunen Niederſchlag, durch Hitze und im luftleeren Raume einen ein wenig größern. Der Beytritt gemeiner Luft lieferte in ſtark ſauer gewordenem Waſſer nicht mehreren Niederſchlag. Nach Prieſtley rührt die Säure des geſchwängerten Waſſers zwar von der Zerlegung der ſalpeterartigen Luft her; allein eine geringere, nur durch die Lakmustinktur wahrzunehmende könne dem Waſſer allemal durch die Schwängerung mit Salpeterluft mitgetheilt werden. Das geſchwängerte Waſ-

ſer

ser gab nachher durch Hitze zugleich fixe Luft; als Priestley aber Regenwasser nahm, bloße salpeterartige Luft, doch nur $\frac{1}{4}$ des verschluckten Antheils.

10. Von der Verschluckung der salpeterartigen Luft durch Oele, Weingeist und ätzendes Laugensalz. Nach Priestley's Versuchen kann sie durch Stoffe eine Verminderung erleiden, welche ihre Säuren verschlucken, und durch andere eine Zerlegung, welche sich ihres Brennbaren bemächtigen; vielleicht, meint er, gebe es noch ähnlich wirkende Ursachen, durch Verbindung mit ihren erdigen Theilen, welche jedoch noch unbekannt sind. Terpentinöl sog in 6 Stunden, ohne es zu schütteln, $\frac{3}{4}$ ein, und der Rest glich der phlogistisirten Luft, oder solcher, zu welcher Salpeterluft durch Eisenfeil und Schwefel, durch langes Schütteln im Wasser u. s., werde; von frischer nahm es wieder 11 mal so viel auf, als es dem Maaße nach betrug; es ward dabey trübe, hellpommeranzenfarben, dann gelblich und zähe, und zuletzt ein Theil dunkelpommeranzenfarben gefällt, welches Priestley von der Salpetersäure herleitet, die aus der zerlegten Salpeterluft entstanden ist. Durch Hitze gab es keine Luft wieder von sich; die zähe Masse ward an der Luft zuletzt so hart, wie Leim; die Einsaugung der Salpetersäure aus einer Mischung gemeiner Luft mit salpeterartiger nach vorheriger Erhitzung und Grünfärbung zuletzt das Terpentinöl eben so. Aether sog sie eben so gut ein, vermehrte sie zwar zuerst, verminderte sie aber nachher, nahm selbst daben ab, und dunstete nachher in freyer Luft nicht, welches Priestley einer Verdünnung durch beygetretene wässerige Dünste zuschreibt; die Salpeterluft war dadurch wenig geändert. Olivenöl

verſchluckte ſie langſamer, zuletzt beynahe ganz, und ward wenig zäher. Aetzendes fixes Laugenſalz ſog in drey Tagen ohne Schütteln $\frac{5}{6}$, in 6 Tagen $\frac{11}{12}$, ein andersmal $\frac{1}{4}$ des Ganzen, durch Schütteln beynahe ſo viel, als es ſelbſt betrug, ein; flüchtiges Laugenſalz dagegen weniger, in einer Woche $\frac{1}{3}$; erſteres veränderte ſeine Farbe nicht, wirkte auch hernach auf Eiſen nicht ſtärker; beyde hatten keinen merklichen Einfluß auf die gemeine und entzündbare Luft. Weingeiſt ſchien ſie beynahe ſo geſchwind einzuſaugen, als Terpentinöl, ward aber eher geſättigt, und nahm nicht viel mehr auf, als er ſelbſt betrug, behielt dabey ſeine Farbe und Durchſichtigkeit, wirkte auf die Lakmustinktur nicht anders als gewöhnlich, lieferte auch nicht mehr Luft, als eben ſo geſchwängertes Terpentinöl. Aus einem 9 Zoll hohen Cylinder verſchluckte Terpentinöl in einem Tage $\frac{3}{4}$ der in demſelben enthaltenen Luft, dahingegen der Weingeiſt nur um $\frac{3}{4}$ Zoll und nachher nicht höher ſtieg.

11. Von den Erſcheinungen bey der Einſaugung der ſalpeterartigen Luft durch ſaure Flüſſigkeiten. Vitriol-, Salpeter- und Salzſäure nahmen Brennbares aus derſelben an, beſonders ward ſie durch die Salpeterſäure ſchnell zerlegt, und nicht allein durch Schütteln augenblicklich in ſehr großer Menge, ſondern auch in verkehrt geſtellten Gläſern ſichtbar großen Theils eingeſogen, da denn die Säure oben, wo ſie die Salpeterluft berührte, anfänglich dunkelpommeranzenfarbig, und nachher grün ward; bey einem Verſuche, wo ein Fläſchgen, welches 4 Pennygewicht Waſſer hielt, voll ſtarken blaßgelblichten Salpetergeiſt in nicht völlig 48 Stunden 130 Unzenmaaß Salpeterluft verſchluckt

hatte,

hatte, ward der Geist durch und durch grün, zuletzt, da die Säure um die Hälfte verdunstet war, sehr schwach grün, und eher blau; und da aus dem messingenen Gestelle auch noch Salpeterluft erzeugt war, so schätzte Priestley die eingesogene Menge in allem auf 150 Unzenmaaße, und noch hatte die Verschluckung nicht aufgehört. Ein anderes mal ward solcher Geist bey längerm Aufenthalte in Salpeterluft hellblau und nahm dabey um die Hälfte ab, ward dann in frischer dunkelblau, und sog noch welche, nur weniger, ein. Das Schütteln mit Salpeterluft schwächte auch die Auflösungskraft des Salpetergeistes auf Metalle, und die Luft ward durch Entziehung des Brennbaren so rein, daß 2 Maaß mit 1 Maaß frischer einen Raum von $2\frac{2}{3}$ Maaß einnahmen; auch ward phlogistisirte Luft durch Salpeterluft auf solche Art beträchtlich verbessert.

Die andern beyden Mineralsäuren wirkten zwar nicht so stark, zerlegten sie aber doch auch wirklich in etwas und wurden mit ihrem Brennbaren geschwängert. Vitriolöl verschluckte beynahe so viel, als Wasser, und erforderte gleiches Schütteln; 4 Theile nahmen von 1 Theile derselben $\frac{2}{3}$ in sich und wurden schön purpurfarben. Salzgeist verschluckte sie sehr langsam und wenig, und ward dabey himmelblau.

Mit vitriolsaurer und spathsaurer Luft geschwängertes Wasser verschluckte schnell mehr, als ihr Maaß betrug, und ließ nur $\frac{1}{20}$ nach. Aus der gleichen Einsaugung schließt Priestley, daß sie gleicher Art sey.

Rectificirter Essig und verstärkte Gewächssäuren verschluckten sie beträchtlich geschwinder, als Wasser; ersterer blieb durchsichtig, letztere wurden dunkelpurpurfarben, wie das Vitriolöl.

12. Von dem Verfahren, die ſalpeterartige Luft in den Zuſtand zu verſetzen, daß ein Licht in ihr mit vergrößerter Flamme brennt, welches durch die Auflöſung der Metalle in derſelben bewirkt wird. Prieſtley hatte ſie durch eingelegtes Eiſen oder Schwefelleber dazu fähig gemacht; jetzt lernte er ſie ſo geradezu zu erhalten, und ſchließt aus den Verſuchen, daß ſolche alsdann entweder mit ſalpeterſauren Dämpfen überladen ſey, welche die Körper wegen ihrer Verwandtſchaft mit dem Brennbaren brennend erhalten, oder einen Ueberfluß an Brennbarem enthalte, welches von einem Lichte entzündet werde, oder, welches er für wahrſcheinlicher hält, die Verbindung zwiſchen dem Brennbaren und der Säure einiger Maßen unterbrochen werde, ſo daß der entzündbare Theil durchs Feuer entzündet werde und ſich vielleicht unmittelbar mit den ſauren Dämpfen verbinden könne.

Eiſen in Salpetergeiſt aufgelößt gebe ſalpeterartige Luft; wenn dieſe aber ohne fremdes Feuer entbunden ſey, und man ein Licht daran bringe, ſo werde noch mehrere entbunden, und dieſe beſitze dann die oben angeführte Art von Entzündbarkeit. Prieſtley erfuhr dieß zuerſt bey der Auflöſung des Eiſens in Waſſer, welches zuerſt mit vitriolſauren und hiernächſt mit Salpeterdämpfen geſchwängert war; dieſe gab nämlich durch die Lichtflamme erhitzt ſolche Luft, in welcher ein Licht natürlich brannte. Darauf erhielt Prieſtley dergleichen Luft auch nach Endigung der gewöhnlichen Auflöſung des Eiſens im Salpetergeiſte, welche auch einmal mit einem ſchwachen Knalle abbrannte. Auch hat Prieſtley ſie unmittelbar aus einer Zink- und Zinnauflöſung im Salpeterſauren entbunden.

13.

13. Von den Erscheinungen, welche bey der Verminderung der salpeterartigen Luft durch Eisenfeil, oder Schwefelleber vorkommen. Durch ersteres Gemische hatte Priestley zuvor nur phlogistisirte Luft erhalten, fand aber nun, daß solche von der durch andere Prozesse verminderten eigentlich nicht verschieden war, und nur entweder die überflüssigen salpetersauren Dämpfe, oder das überflüssige Brennbare, oder Beyde vom Wasser eingesogen worden waren, indem in solcher, bey dem letzten Grade der Verminderung, ein Licht mit großer Flamme brannte, welche Eigenschaft sie aber über Wasser in einer Nacht verlor, und dann ein Licht auslöschte. Priestley stellte hernach den Versuch über vielem Wasser an, und glaubte, da das Wasser gar nicht sauer geworden war, annehmen zu dürfen, daß die Säure der salpeterartigen bey diesem Verfahren mit im Spiele gewesen sey, und das Brennbare zurückgelassen habe; indessen könnten einige mit der Salpetersäure verbundene Dämpfe in der rückständigen phlogistisirten Luft vertheilt zurückbleiben, und durch dieselben das überflüssige Brennbare entzündet werden, so daß daraus die vergrößerte Flamme entstehe. Priestley bemerkte ferner dabey einen beträchtlichen bräunlichen Niederschlag, welcher entweder verflüchtigtes Eisen, oder, welches ihm wahrscheinlicher ist, der erdige Stoff der salpeterartigen Luft selbst mit einigem Brennbaren derselben war.

Auch die Schwefelleber zerlegte die Salpeterluft, indem sie auf die Säure derselben wirkte; das Wasser erhielt hiebey keine Säure, und es erfolgte eben solcher erdiger Niederschlag; die Kraft der Salpeterluft, gemeine Luft zu vermindern, war hierdurch nicht verringert worden; die leichte Aufnahme eines Theils derselben

ſelben vom Waſſer brachte Prieſtley'n auf die Vermuthung, daß ſie fixe Luft enthalten möchte, allein ſie machte das Kalkwaſſer nicht trübe.

Um zu beſtimmen, wo die Säure, und im Falle ſie ſich mit dem Brennbaren zu einer Art Schwefel verbinde, dieſer letzte bliebe, verſuchte Prieſtley Salpeterluft durch Schwefel allein in der Hitze zu zerlegen, welcher hiebey bloß ſchwarz ward und dampfte, und ſie der Fähigkeit, gemeine Luft zu vermindern, einiger Maßen beraubte, ſo daß ſie, bey länger fortgeſetztem Verfahren, phlogiſtiſirte Luft geworden ſeyn würde, und, weil das Queckſilber hiebey nicht merklich angegriffen war, auch dieſe Verminderung durch das Verſchlucken der Salpeterſäure bewirkt war.

14. Von der Verminderung der ſalpeterartigen Luft, wenn ſie unter gewiſſen Umſtänden in eine Blaſe eingeſchloſſen wird. Ward die Blaſe mit ſalpeterartiger Luft aufgehangen, oder unter Waſſer geſenkt, ſo erfolgte keine Aenderung, ſchwamm ſie aber auf dem Waſſer, ſo nahm ſie ab und ward in phlogiſtiſirte Luft verwandelt. Da dieß ferner auch bey abwechſelndem Anfeuchten und Trocknen zweyer Blaſen, wovon die eine inwendig naß, die andere trocken, mit ſalpeterartiger Luft gefüllt worden war, ſtatt fand, dagegen ſowohl bey trockenen, als anfänglich inwendig naß gewordenen und nachher nicht angefeuchteten nicht erfolgte, ſo ſchloß Prieſtley, daß ſolches beym Schwimmen der Blaſe von dem bald naß, bald trockener werdenden Theile herrühren müßte; mit eingeſchloſſenes Waſſer ward hiebey ſauer.

15. Von der durch eine Zerlegung mittelst gemeiner oder dephlogistisirter Luft von der salpeterartigen getrennten Salpetersäure. Da nämlich die Salpetersäure bey der Mischung mit so viel gemeiner Luft, daß solche vollkommen phlogistisirt werden könne, zerlegt werde, die in ihr enthaltene Säure in Gestalt rother Dämpfe erscheine, und vom Wasser oder andern Stoffen eingesogen werde, so glaubte er, daß aus der Stärke der Säure einer bestimmten Menge Wasser die Quantität der in einer bekannten Menge salpeterartiger Luft enthaltenen Säure würde bestimmt werden können, wenn man wüßte, wie viel solche Luft durch die Auflösung des Kupfers oder anderer Metalle in säuerlich gemachtem Wasser entbunden würde. Bey einem Versuche über die mögliche Stufe der Schwängerung des Wassers fand Priestley, daß er in $4\frac{1}{2}$ Unzenmaaß Wasser die in 300 Unzenmaaß salpeterartiger Luft enthaltene Säure bringen konnte, und solches alsdann ganz blau ward, die Säure aber sehr wenig gebunden war, und beym Ausgießen gleich in rothen Dämpfen aufstieg; ein Antheil dieses Wassers erzeugte mit Kupfer nur $1\frac{1}{4}$ Unzenmaaß, eben so viel gewöhnlicher Salpetergeist aber 12 bis 18 Unzenmaaß salpeterartige Luft. Mit der Säure einer Flasche voll salpeterartiger Luft und mit rothen Dämpfen geschwängertes Wasser entband gleich viel Salpeterluft aus Kupfer, welche $\frac{1}{7}$ der ersten betrug, daß also $\frac{6}{7}$ der Säure beym Kupfer blieben. Die Vergleichung mit den rothen Salpeterdämpfen aus der Wismuthauflösung ergab, daß die salpeterartige Luft nicht völlig halb so viel Säure als jene enthielt.

16.

16. Vermischte Versuche über die salpeterartige Luft. 1. Sie scheine mehr Brennbares zu enthalten, als ein gleicher Antheil entzündbarer Luft; 11 Gran Eisen gaben $8\frac{1}{4}$ Unzenmaaß entzündbare und nur $1\frac{1}{3}$ Unzenmaaß salpeterartige Luft; die entzündbare sey leichter, daher sich das Brennbare in ihr mehr verbreiten könne; 11 Gran Stahlfeile gaben $\frac{1}{21}$ mehr entzündbare Luft, als eben so viel Eisenfeil, zur Bestätigung, daß der Stahl mehr Brennbares besitze, als das Eisen, so wie dieses mehr, als Kupfer, weil es mehr salpeterartige Luft liefere. 2. Bey der Bestimmung der Stärke der Salpetersäure, welche aus der Menge salpeterartiger Luft gefolgert werde, die gleich vieles Kupfer liefere, müsse man auf alle Umstände sehen, weil selbst gleiche Hitze ungleiche Produkte gebe. 3. Kupfer schicke sich wegen seiner gleichförmigen Auflösung am besten zur Entbindung der salpeterartigen Luft; beym Eisen fielen mehrere Unterschiede vor; ein dickes Stück Eisen ward in sehr starkem Salpetergeiste nicht angegriffen, und gab nur in der Siedhitze des Wassers zehnmal so viel, als das Maaß der Säure ausmachte; Wasser zu Salpetergeist und Eisen gegossen ward schön grün oder blau, ohne sichtbare innere Bewegung, allein nach einer Minute kam alles auf einmal zum heftigsten Brausen mit augenblicklicher Entbindung unglaublich vieler Salpeterluft. 4. Delaval hatte Priestley'n versichert, daß alle zusammenziehende Gewächsstoffe, z. B. Galläpfel, die Fieberrinde, grüner Thee, sehr geschwind und beynahe wie verschiedene Metalle, mit Entwickelung vieler Luft, von der Salpetersäure aufgelößt würden; Priestley fand dieß bey Galläpfeln bestätigt, doch betrug die Luft dem Anscheine nach nicht mehr, als von jedem andern Gewächsstoffe, war auch eben

so

so beschaffen, wie von den meisten; die Hälfte war fixe Luft und die übrige so salpeterartig, daß 1 Maaß mit 2 Maaß gemeiner Luft einen Raum von $2\frac{1}{2}$ Maaß einnahm. 5. Mit andern Säuren gemischte Salpetersäure wirkte für sich zuerst, dann die andere; mit gleichen Theilen Vitriolöl gemischte und verdünnte gab mit Eisen zuerst größtentheils starke salpeterartige, zuletzt entzündbare, mit Zink zuerst knallende entzündbare, zuletzt solche, welche die Flamme unterhielt; mit Salzsäure gemischte gab mit Eisen anfänglich eine Luft, welche einer Mischung aus salpeterartiger und entzündbarer Luft ähnlich war, zuletzt entzündbare; so auch mit Essig gemischte.

17. Nachricht von verschiedenen Versuchen über die Möglichkeit, die salpetersauren Dämpfe durch thierische Oele zu sperren. Fischthran verschluckte sie, obgleich nicht so geschwind wie Wasser, ward dabey heiß, grün, endlich beym Erkalten roth und gerann, fiel dann in andern Oelen wie zu Eis gefrornes Oel nieder, gab phlogistisirte Luft von sich und ward von laugensalziger Luft beynahe schwarz; andere thierische Oele dienten eben so wenig zur Erreichung dieser Absicht.

18. Beobachtungen über die salpetersauren Dämpfe selbst. Er schloß sie in Flaschen ein, und fand, daß sie ihre rothe Farbe lange Zeit behielten, die durch Hitze erhöht wurde, nur verloren sie dieselbe bey der Phlogistisirung gemeiner Luft.

19. Von der Sättigung des Wassers mit Salpeterdämpfen. Priestley versuchte überhaupt dreyerley Arten, die salpetersauren Dämpfe auf andere Stoffe wirken zu lassen; 1. Flaschen mit

Dämpfen zu füllen, und die Stoffe dann hineinzuthun, 2. die Dämpfe zu den Stoffen in eine reine Flasche gehn zu lassen, 3. bey Flüssigkeiten das Rohr hineinzutauchen, und die Dämpfe durch selbige hindurchströmen zu lassen.

In eine mit solchen Dämpfen angefüllte Flasche gegossenes und geschütteltes Wasser ward wahrer, jedoch schwacher und farbenloser Salpetergeist; vom Durchströmen der Dämpfe ward es warm, fing heftig an zu perlen und ward hellblau, verlor diese Farbe aber an freyer Luft wieder durchs Fortgehen rother Dämpfe; bey fortgesetzter Schwängerung in zusammengesetzten Flaschen, da die ausströmenden Dämpfe in andere weiter geleitet wurden, ward es grün, immer dunkler, endlich gelblich; von der Entstehung der blauen Farbe bis zum Anfange der grünen ging sehr viel salpeterartige Luft fort, welche nach Priestley die nöthige Erde aus dem Wasser, durch die Verbindung mit dem Brennbaren, erhielt. Das Wasser nahm hiebey um die Hälfte am Umfange zu, und verlor seine Farbe wieder an freyer Luft, noch schneller durch Einblasen, indem häufige rothe Dämpfe entwichen; es enthielt nicht nur eine flüchtigere Säure als gewöhnlich, sondern auch so viel Säure, als der stärkste Salpetergeist, wenn er der gemeinen Luft ausgesetzt gewesen ist; dieser Salpetergeist war auch eine reinere Säure und fällte die Silberauflösung nicht, enthielt aber mehr Brennbares, da er besonders mit schwärzlichen Zinkblumen über einer Lichtflamme starke salpeterartige, gemeiner Salpetergeist aber nur phlogistisirte Luft gab. Dieser Versuch schien auch Priestley'n zu beweisen, daß die Erde die Grundmischung der salpeterartigen Luft ausmache, weil der nämliche blaue

Sal-

Salpetergeist ohne Zinkblumen keine Luft gab, wie die grüne Farbe des sehr stark rauchenden Salpetergeistes durch Verdünnen mit Wasser in einem gewissen Verhältnisse: ferner daß der grüne einen guten Antheil Brennbares besäße, weil mit wenigerm Brennbaren versehener solche Farbe nicht erhielt; auch gab durch brennbare Stoffe verunreinigter Salpeter sehr braunen Geist mit ungewöhnlich rothen Dämpfen, welcher mit ohngefähr dreymal so vielem Wasser dunkelgrün ward.

20. Von der Schwängerung der Oele und des Weingeistes mit Salpeterdämpfen. Ueberhaupt gerannen die Oele und wurden roth. Olivenöl ward anfänglich himmelblau, hierauf gelblich, durch neue Schwängerung wieder blau, darnach pomeranzenfarbig, mit der Zeit weiß und steif, nur am Boden etwas flüssig; Fischthran eben so, nur zuletzt braun; Terpentinöl gleich dick und gelblich, zuletzt roth und steif, mit oben stehenden weißen Dämpfen; wesentliches Münzöl braußte, ward heiß, grün, endlich dunkel pommeranzenfarbig und steif. Durch Schmelzen erhielten in der Folge alle diese Oele dieselbe Farbe, rochen nach Salpetergeist, behielten aber daneben ihren eigenen Geruch. Aether änderte anfänglich seine Farbe nicht, der obere Theil der Flasche ward mit weißen Dämpfen angefüllt, welche an einem Lichte wie eine Mischung von entzündbarer und salpeterartiger Luft brannten; endlich erhielt es oben eine dunkelblaue Farbe und das darunter stehende $\frac{3}{4}$ blieb hell, zuletzt auf einmal grün, und ließ strohmweise Luft fahren, welche phlogistisirt war, wie die aus dem Lein- und Terpentinöl entbundene, wenn diese Oele mit den Dämpfen geschwängert waren. Fischthran und Oli-

venöl ſo geſchwängert griffen das Queckſilber an und entwickelten Luft, nicht aber das Terpentinöl. Weingeiſt veränderte anfänglich ſeine Farbe nicht, gab einen Dämpf, der an einer Lichtflamme grünlich brannte, ſonderte hernach Salpeteräther ab; der Weingeiſt und der Aether wurden hierdurch ſehr flüchtig, daß ihre Dämpfe leicht die eingeriebenen Stöpſel aus den Flaſchen herauswarfen; endlich ward aber auch der Weingeiſt ſchnell blau und wallte heftig auf; die Luft griff Queckſilber nicht an, ward zwar vom Waſſer halb verſchluckt, trübte aber das Kalkwaſſer nicht. Mit Salpeterdämpfen geſchwängerter Salpetergeiſt gab nach 2 Monathen durch Wärme Luft, welche fixe und entzündbare enthielt, welches Prieſtley'n muthmaßen ließ, daß die fixe Luft eine Abänderung der Salpeterſäure wäre.

21. Von der Schwängerung der Säuren u. ſ. mit Salpeterdämpfen. Vitriolöl und Salzgeiſt ließen ſich ſchwängern, nahmen jedoch ſo viel nicht auf, als Waſſer. Erſteres ward davon hellblau, gab weiße Dämpfe, und, mit Waſſer verſetzt und bewegt, die rothen Dämpfe wieder von ſich. Salzgeiſt ward dunkel pommeranzenfarbig und zu einem Königswaſſer, welches mehr Gold auflößte als das gemeine; hiebey entwickelte ſich ſalpeterartige Luft, welche einige Salzſäure zu enthalten ſchien. Die Zerlegung ſalpeterartiger Luft über Salzgeiſt machte ſolchen auch zu Königswaſſer. Mit vitriolſaurer Luft geſättigtes Waſſer nahm beynahe ſo viel Dämpfe auf, als reines, ward blau, gab viel ſalpeterartige Luft von ſich und weiße Dämpfe. So geſchwängerte Säuren zeigten auf Metalle die Wirkung der Salpeterſäure zuerſt. Das geſchwängerte Vitriolöl löſte Queckſilber

geſchwind

geschwind auf, und gab zuletzt viel salpeterartige Luft, lößte Silber auf, wollte aber auf das Gold nicht wirken. Der geschwängerte Salzgeist lößte auch Silber und Zink auf, und entband vom ersten salpeterartige, vom letzten entzündbare, mit einer grünen Flamme brennende Luft. Mit vitriolsaurer Luft und salpetersauren Dämpfen geschwängertes Wasser lößte gar kein Gold auf, entband jedoch, mit Wasser verdünnt, aus Zink salpeterartige und darauf, erhitzt, entzündbare Luft. Das obige Königswasser lieferte, bis zur Trockniß abgetrieben, eine besondere saure, halb salpeterartige, halb salzsaure Luft, welche sowohl ein Licht auslöschte, als leicht entzündet ward, und dann mit einer schönen dunkelblauen Farbe brannte, übrigens aber viel betrug und bald aus dephlogistisirter, bald phlogistisirter, ein anderes mal auch aus salpeterartiger Luft bestand; Queckſilber ward von den Dämpfen angegriffen, und wahrscheinlich gingen erst salpetersaure Dämpfe, und dann die salzsaure Luft über.

Mit Schwefelleber gesättigtes Wasser ward von salpetersauren Dämpfen gleich milchig, darauf wieder klar mit einem käsigten Niederschlage, welcher oben auf schwamm; ätzendes Laugensalz verschluckte viel, zeigte aber nichts merkwürdiges.

22. Von der Wirkung der salpetersauren Dämpfe auf einige feste Stoffe. Schwefel blieb ungeändert; Alaun ward weiß und undurchsichtig; Kochsalz verschluckte sie; etwas schwärzliche Zinkblumen, auf welche oft ein Strom derselben gegangen war, gaben aus einem Flintenlaufe halb fixe, halb phlogistisirte Luft; Mennige ward von den Dämpfen zuletzt ganz weiß und heiß, und gab nachher aus

einem Flintenlaufe viele, zuerſt ſalpeterartige, hernach dephlogiſtiſirte Luft.

23. Verſchiedene Beobachtungen in Anſehung des Verfahrens bey der Bereitung des Salpetergeiſtes, der Salpeterſäure ſelbſt und der zuerſt dabey entbundenen Luft. Bey der Entbindung durch Vitriolöl aus dem Salpeter ward die Luft nicht vermindert, wie Herr Woulfe angegeben hatte, ſondern viel dephlogiſtiſirte Luft erzeugt, von welcher die erſten Antheile $1\frac{1}{2}$ und zweymal ſo gut, als die gemeine Luft waren. Dieſe Luft entſtand Prieſtley'n zu Folge aus der Verbindung der Erde des Salpeters mit einem Theile ſeiner Säure, und die Säure gab einen weißen Niederſchlag.

24. Beobachtungen über die Farbe und Stärke, welche die Salpeterſäure unter verſchiedenen Umſtänden bey der Zubereitung erhält. Wenn auch gleich die Farbe vom Verhältniſſe des Brennbaren abhing, ſo war doch allemal eine recht ſtarke mit einer dunkeleren Farbe verſehen, ſo viele Sorgfalt man auch zur Entfernung des Brennbaren anwandte, von welchem ſolche abhing, wie die Färbung durch brennbare Stoffe erwies.

25. Von den Wirkungen der Auflöſungen des Wismuths und Uebertreibung auf die Salpeterſäure. Mit ſalpeterſauren Dämpfen aus einer Wismuthauflöſung geſchwängertes Waſſer gab mit Kupfer mehr ſalpeterartige Luft, als der zur Auflöſung angewandte Salpetergeiſt gegeben haben würde; welches Prieſtley der Schwängerung des Waſſers zuſchreibt. Indeſſen glaubt er auch,

daß

aß der Salpetergeist dadurch, daß er flüchtig wird, ne größere Kraft, salpeterartige Luft zu erzeugen, ers alte, indem bloßes Uebertreiben ihm mehrere Stärke ab, welches aber nur der Unterschied zwischen frisch ereitetem und lange gestandenem Salpetergeiste gewes n seyn möge, als welcher letztere durch neues Ueber: eiben seine vorige Beschaffenheit wieder erhalte; beym lebertreiben gehe der stärkste zuerst über und sey dann eit flüchtiger und wirksamer, als zuvor.

26. Beobachtungen über die entzündbare Luft. Aus Eisen, Zink und Zinn ward solche vorzüglich entbunden, doch hatte sie Priestley auch von Kupfer und Bley durch aufgegossenen Salpetergeist gewonnen. Nun erhielt Priestley bey der Auflösung des Spießglanzkönigs im Salzsauren auch vermittelst des Feuers wenige schwach entzündbare Luft. Er meinte, daß die bey Metallauflösungen zu gewinnende entzündbare Luft zur Bestimmung der Stärke der Säuren dienen könne. Verstärkter Weingeist gab mit Zink und Eisen auch entzündbare Luft. Daß fixe Luft, in welcher eine mit Wasser angefeuchtete Mischung von Eisenfeil und Schwefel verwittert war, beym Waschen mit Wasser mehrere phlogistisirte Luft als gewöhnlich zurückließ, brachte Priestley'n auf den Gedanken, daß solche Mischung selbst Luft erzeugt hätte; allein sie gab keine unter Wasser, im luftleeren Raume und unter Queckſilber, im letztern aber in der Wärme wirkliche entzündbare. In Dämpfen von Salpetergeist ward entzündbare Luft auf einmal eben so gut wie in gemeiner Luft entzündbar; der Salzgeist nahm Brennbares aus ihr an, ward dunkel gefärbt, und wirkte durch Schütteln auf sie, wie des phlogistisirte Luft; die Wirkung war aber von kurzer

Dauer, und der Durchgang durch Waſſer, oder der lange Aufenthalt in den Dämpfen, gab ihr ihre vorige Beſchaffenheit wieder. Terpentinöl und Weingeiſt veränderten ſie durch Schütteln, wie Waſſer, vermehrten ſie aber, da im Gegentheil das Waſſer ſie verminderte; doch entzogen ihr jene beym Ruhigſtehen die Zunahme wieder. Eiſen verminderte die entzündbare Luft nicht; Waſſer ſog ohngefähr $\frac{1}{13}$ ſeines Maaßes ein, ließ aber nach einem Monathe durch Kochen die nämliche Menge unverändert wieder fahren; das geſchwängerte Waſſer färbte die Lakmustinktur nicht merklich roth; von Eiſenfeil in ſalpeterſaurer Luft erzeugte entzündbare Luft erſetzte nicht alle Salzſäure, und da Prieſtley entzündbare Luft ohne alle Säure durch die Hitze des Brennſpiegels erhalten hatte, ſo war es ihm ungewiß, ob die Säure bey ſolchen Verſuchen noch zu etwas anderm diene, als das Brennbare zu entbinden, oder ſeine Verbindung mit der Erde zu befördern, welche zuverläſſig einen Beſtandtheil der entzündbaren Luft ausmache.

27. Beobachtungen über die vitriolſaure Luft. Beynahe alle feſte und flüſſige Stoffe gaben ſelbige bey der Auflöſung in heißem Vitriolöle, ſelbſt Eiſen und Zink, welche ſonſt in ſchwachem und kaltem entzündbare Luft lieferten; Gold und Platina ließen jedoch keine entbinden. Nach Prieſtley gibt die Schwängerung des Waſſers mit derſelben ein Mittel ab, die flüchtige Vitriolſäure in dem Zuſtande aufzubewahren; der Unterſchied derſelben von der gemeinen Vitriolſäure rühre bloß vom überſättigten Brennbaren her; das Verhältniß der Säure in beyden möge ſich durch die Sättigung der letztern mit Kupfer beſtimmen laſſen. Waſſer verſchluckte von ihr weniger,

ls von salzsaurer Luft, und nahm in beyden Fällen ach der Sättigung nur wenig von der andern Luftart uf; der gelbliche salzige Stoff, welchen eine Mischung derselben mit laugensalziger Luft absetzte, ward n freyer Luft gleich weiß. Oele verschluckten sie, nach Verhältniß ihrer Flüssigkeit, sehr geschwind, doch icht so viel als Wasser, und wurden endlich dunkler efärbt. Vom elektrischen Funken setzte sie einen chwärzlichen Stoff ab, welchen Priestley nicht von er Beymischung des elektrischen Stoffs, sondern von er Erschütterung des elektrischen Schlages herleitet.

28. Beobachtungen über die Flußspathsäure. Priestley wiederholt hier seine Hauptbeweise für den Satz, daß die Flußspathsäure bloß die ur Auflösung des Spaths angewandte und durchs Brennbare luftig gewordene Vitriolsäure sey, welche flußspathrinde beygemischt enthalte, und fügt neue Versuche hinzu. Erstere gehen darauf hinaus, daß as Daseyn des Brennbaren im Flußspathe durch die mit der Salpetersäure gewonnene Luft erwiesen sey, nithin bey der Erhitzung desselben mit der Vitriolsäure itriolsaure Luft entbunden werden müsse. Das Wasr verschlucke hiebey den sauren Theil der spathsauren uft, und es werde zugleich die darin enthaltene Erde efällt; überdem stimme das geschwängerte Wasser, ußer weniger Flußspathrinde, mit dem mit vitriolaurer Luft geschwängerten überein, auch gebe sie solche urch Erhitzung von sich; nur sey allen diesem entgegen, aß er mit vitriolsaurer Luft Flußspathrinde nicht habe uflösen, und so keine flußspathsaure Luft habe erzeuen können. Nun habe er zwar aus Canton's Phosphor eine ähnliche Luft zu erhalten geglaubt, deren abgeetzte Rinde er jedoch nur für Schwefel halte, er glaube

indessen nicht, daß solche verneinende Beweise die vor angeführten auf wirkliche Zerlegung solcher Luft sich stützenden überwiegen könnten. Er glaubte, daß seine Meynung noch dadurch eine große Bestätigung erhalte, weil 1. diejenige Luft, welche durch Salpetersäure aus dem Flußspathe entbunden ward, keine Rinde auf dem Wasser absetzte, und die durch Salzsäure entbundene salzsaure Luft war; 2. weil flußspathsaure Luft vom Wasser kaum stärker als vitriolsaure eingesogen ward, und eben so viel laugensalzige Luft als diese sättigte. Bey dieser Gelegenheit verglich auch Priestley noch andere Luftarten, und fand, daß 1 Maaß laugenartige Luft $1\frac{1}{20}$ Maaß Flußspathsaure, 2 Maaß vitriolsaure, $1\frac{1}{6}$ Maaß salzsaure und $1\frac{6}{7}$ Maaß fixe Luft verschluckte. Endlich führt Priestley einen mißlungenen Versuch an, da vitriolsaure Luft mit Flußspathrinde im Brennpunkte erhitzt, unverändert blieb, indeß die Rinde gleichsam aufgetrieben ward.

29. Versuche über die seesaure Luft. Mit vitriolsaurer Luft geschwängertes Wasser sey lange nicht so sauer wie Vitriolöl, mit salzsaurer aber lasse es sich saurer machen, als irgend eine Salzsäure auf gewöhnliche Art durch Destilliren, nur bleibe es blasser und beynahe ungefärbt. Gleiche Mengen mit salzsaurer Luft geschwängertes Wasser, und stärkste Salzsäure, gleich stark mit Wasser verdünnt und auf Zinkspäne gegossen, entbunden, gaben ersteres 17, letztere 14, und nachdem sie einen ganzen Tag in freyer Luft gestanden hatten, ersteres 5, letztere 3 Maaß entzündbare Luft. Einige Versuche über die Farbe der Salzsäure und Salpetersäure fielen verschieden aus.

30. Versuche über die verschiedenen Luftarten, welche keine gegenseitige Wirkungen aufeinander äußern. Fixe Luft ward durch gemeine, entzündbare und fixe durch salpeterartige nicht geändert; der untere Theil einer Mischung salpeterartiger und gemeiner schien am folgenden Tage die gemeine in etwas, wiewohl sehr wenig, mehr als der obere Theil zu vermindern. Ueberhaupt lassen sich Luftarten von verschiedenem Gewichte, wenn man nur einen mischenden Stoß verhindert, trennen, nach einmaliger Mischung aber bleiben sie gemischt. Daher müsse man in ein Gefäß mit gemeiner Luft eben so viel fixe oder andere hineinlassen, ehe die Hälfte derselben hinausgehen könne, weil letztere allemal zur Hälfte mit hinausgehe; nach einer zweyten eben so großen Menge bleibe nur noch $\frac{1}{4}$, nach einer dritten $\frac{1}{8}$ u. s. w. gemeine Luft übrig, daher Percival unrichtig geglaubt habe, er halte bey seinen Versuchen seine Pflanzen und Rosenblätter im mittelsten Gefäße der Parkerschen Vorrichtung in einem Dunstkreise von fixer Luft, da doch nur ein kleiner Antheil derselben in diesem Gefäße befindlich gewesen sey.

31. Von den Wirkungen der fixen Luft auf das Wachsen der Gewächse und die Farbe der Rosenblätter. Da Percival Versuche mit Pflanzen und Rosenblättern angestellt hatte, welche den Priestleyschen oben angeführten entgegen zu seyn schienen, so wiederholte letzterer die seinigen mit lauter fixer Luft über Wasser. Münzenstengel wurden in dieser Luft schwarz und verwelkten, wobey die Luft nicht mehr, als von bloßem Wasser, vermindert ward; eben so verwelkten Pflanzen in einer Mischung gemeiner mit $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ fixer Luft; $\frac{1}{8}$ fixe zu gemeiner gelassen

laſſen machte die Spitzen der Blätter in einigen Tagen ſchwarz, und ſie verwelkten völlig in zehn Tagen, in bloßer gemeiner Luft erſt nach 3 Wochen. Prieſtley wiederholte die Verſuche nachher auf Percival's Art, und fand, daß Percival zwey Umſtände überſehen hatte: 1. daß die Pflanzen, eingeſchloſſen, wegen geringerer Ausdünſtung langſamer verwelken, 2. daß in ſeiner Vorrichtung nicht bloße fixe Luft, ſondern mit gemeiner gemiſcht zugegen geweſen ſey. Ströme fixer Luft tödteten Münzenſtengel in der nämlichen Vorrichtung ſehr bald, in gemeiner Luft aber blieben ſie lange friſch. Roſenblätter wurden bey wiederholten Verſuchen in fixer Luft erſt blau, dann grün, und endlich gelb, andere Blumen aber wenig verändert. Prieſtley hatte zu allen dieſen Verſuchen die fixe Luft aus Kreide durch Vitriolöl entbunden, zu den erſten hingegen die aus einer Brauerey genutzt. Auch hatte Percival gefunden, daß Pflanzen in Waſſer, welches mit fixer Luft geſchwängert war, beſſer fortkamen, als in gemeinem Waſſer; Prieſtley's wiederholte Verſuche waren nicht entſcheidend genug, doch meinter, es käme nur auf einen gewiſſen Reiz der Wurzeln an, welchen andere Säuren auch bewirkten, zu viele aber gleich tödteten.

32. Beobachtungen über die Erzeugung und Nichterzeugung der Luft unter verſchiedenen Umſtänden. Obgleich Prieſtley überzeugt war, daß alle Stoffe in einem größern Grade des Feuers zu Luft werden könnten, ſo fand er ſich doch oft in ſeiner Erwartung betrogen; hier führt er nun diejenigen Stoffe auf, welche keine Luft lieferten. Verſtärkter Weineſſig gab durch bloße Erwärmung keine, bey der Auflöſung einiger metalliſchen Stoffe zwar ent-

zünd-

zündbare, aber mit Kupfer, Queckſilber, Wismuth, Holzkohlen, Terpentinöl, Weingeiſt keine, mit Schwefelleber etwas fixe Luft, die er aber ſchon vorher bey ſich gehabt haben mußte. Libavs rauchender Salzgeiſt gab auch keine Luft durch Erhitzen. Laugenſalze durch Zuſätze zu einer bleibenden Luft zu verändern, wollte nicht gelingen. Eiſen ward vergebens verſucht; auch die Schwefelleber in der laugenartigen Luft; Weingeiſt gab, auch mit zugeſetztem Kampher, bloße Dämpfe. Selbſt die riechbaren Theile der Körper verſuchte Prieſtley vergebens in bleibender Luftgeſtalt zu erhalten.

33. Vermiſchte Verſuche. 1. Queckſilber gab durch Kochen Luft von ſich, aber bloße gemeine Luft ſog hernach wenig ein und die übrige blieb gemeine Luft. 2. In dephlogiſtiſirter Luft vergingen Münzenpflänzchen eher, als in gemeiner. 3. Mennige, ſowohl für ſich allein als mit Salpetergeiſt, gab durch ſchnelle Hitze mehr Luft, als durch langſamer verſtärkte. 4. Die bey der Bereitung des Salpeterelyſſus mit Schwefel erhaltene Luft enthielt $\frac{1}{12}$ fixe und war übrigens phlogiſtiſirte Luft; waren Holzkohlen dazu genommen, ſo enthielt ſie nur $\frac{1}{20}$ fixe Luft, und die übrige löſchte zwar ein Licht aus, war aber ſo wenig phlogiſtiſirt, daß 2 Maaß und 1 Maaß ſalpeterartige Luft einen Raum von $2\frac{1}{4}$ Maaß einnahmen. 5. Außer dem Brennbaren, welches von faulenden Mäuſen wegging, ward auch fixe Luft entbunden und das Waſſer mit ſelbiger geſchwängert. 6. Die im Waſſer enthaltene Luft ward durchs Athmen der Fiſche ebenfalls verdorben. 7. Von $2\frac{11}{24}$ Maaßen Luft, welche ein Stück Schöpſenfleiſch durch Hitze gegeben hatte, waren $2\frac{15}{200}$ fixe, und die übrige entzündbare

Luft,

Luft, deren Entbindung lange vor der erſtern aufhörte. 8. Die Stufe der Ausdehnung durch die Wärme zu finden, füllte Prieſtley eine 13 Unzenmaaß haltende Flaſche mit verſchiedenen Luftarten, ſteckte unter Queckſilber einen durchbohrten Kork hinein, in welchem eine lange gläſerne Röhre ſteckte, die ſeitwärts ſchräg in die Höhe ging, ſo daß im Halſe der Flaſche noch etwas Queckſilber blieb, welches bey der Ausdehnung der Luft in die Röhre gehen konnte, brachte ſie dann abwechſelnd in Wärme und Kälte, welche nach dem Fahrenheitſchen Thermometer beſtimmt wurden, und berechnete darauf die Zahl von Zollen, welche auf 10° gingen, wie folgende Tafel zeigt:

	Grade des Thermomet.			betrug die Ausdehn.	Zolle; 10°
bey gemeiner Luft	34°	und	48°	-	1,85. 1,32
entzündbarer	34	-	48	-	2,87. 2,05
ſalpeterartiger	33	-	50	-	3,44. 2,02
fixer	32	-	50	-	3,97. 2,20
ſalzſaurer	32	-	50	-	2,40. 1,33
dephlogiſtiſirt.	32	-	51	-	4,2. 2,21
phlogiſtiſirter	32	-	51	-	3,15. 1,65
vitriolſaurer	33	-	48	-	3,70. 2,37
flußſpathſ.	46	-	56	-	2,83. 2,83
laugenartiger	32	-	50	-	8,56. 4,75

Die ſtarke Ausdehnung der letztern ſchreibt Prieſtley der in der Flaſche befindlichen Feuchtigkeit, und daraus entbundener Luft zu; daß entzündbare, ſalpeterartige und phlogiſtiſirte Luft, welche mehr Brennbares als gemeine Luft beſäßen, durch gleiche Wärme ſtärker ausgedehnt werden, ſey der Analogie gemäß, und erfolge bey allen Flüſſigkeiten; warum aber die dephlogiſtiſirte, welche doch weniger Brennbares enthalte,

halte, stärker ausgedehnt werde, sieht Priestley nicht ein.

34. Einige Versuche, welche nachher erst angestellt worden sind: 1. Beobachtungen über die fixe Luft: Weingeist und Salpetergeist gemischt lieferten wirkliche fixe Luft, zur Bestätigung, daß solche ein künstlicher Stoff und eine Abänderung der Salpetersäure wäre. Auch bestätigte ein wiederholter Versuch die Erzeugung der fixen Luft durch Auflösung des Eisens im Salpetergeiste; der Beytritt der gemeinen Luft lieferte indessen dazu auch einige; Holzasche zog sie auch, wiewohl langsam, aus der Atmosphäre an; die wenige fixe Luft, welche die Wismuthauflösung im Salpetergeiste einmal gegeben hatte, konnte, wie Priestley nun fand, vom Wasser geliefert worden seyn. 2. Beobachtungen über die salpeterartige Luft: Mit den Dämpfen der Wismuthauflösung geschwängertes Wasser gab mit Kupfer $\frac{1}{10}$ mehr salpeterartige Luft, als eben so viel Salpetersäure mit Wasser verdünnt; eine zweyjährige Aufbewahrung in einer verkorkten Flasche veränderte die salpeterartige Luft nicht; das Gefrieren des Wassers, mit welchem sie verbunden war, bewirkte einen merklichen Verlust derselben, wobey ein Niederschlag erfolgte. 3. Beobachtungen über die vitriol- und flußspathsaure Luft: Mit ersterer geschwängertes Wasser gefror zu Eis, aber nicht das mit letzterer geschwängerte, welches nach Priestley's damaliger Meynung von der etwa in ihr enthaltenen Flußspathrinde herrühren möchte, als welche die Luft zur Auflösung des Eises fähig mache, mithin hier das Gefrieren hindern und diesen Unterschied beyder Luftarten bewirken könne.

Ende

Endlich folgen im Anhange Schreiben von verſchiedenen Gelehrten:

1. Schreiben des Herrn Warltire, die ſtrahlenbrechende Kraft der entzündbaren Luft und ihre Zerlegung durchs Feuer betreffend: Durch einen 72° großen Winkel einer dreyeckigen hohlen Glasſäule, welche das Vorderglas eines Dollondſchen Fernrohrs zur Hälfte bedeckte, erſchien ein 1280 Fuß entfernter Fenſterrahmen, welchen man halb durch die Glasſäule halb durch die Luft ſah, in der nämlichen Stellung ungetheilt, ſie mochte mit entzündbarer Luft gefüllt, und beyde Theile 4 Zoll von einander entfernt, oder davon befreyt ſeyn. Mennige, welche mit Salpetergeiſt benetzt war, entwickelte aus ſtarker Vitriolſäure dephlogiſtiſirte Luft; ein angebrachter Druck beförderte die Einſaugung der fixen Luft durchs Waſſer.

2. Schreiben des Hrn. Henry über die Wirkungen der fixen Luft auf die Erhaltung der Pflanzen. Henry gibt zu, daß die bey ſeinen und Percival's Verſuchen gebrauchte Luft aus fixer und gemeiner gemiſcht geweſen ſey, meint aber, da die Stoffe hiebey lang anhaltenden und zahlreichen Strömen der erſtern ausgeſetzt geweſen ſeyen, daß die fixe Luft im Uebermaaße den Pflanzen zwar ſchädlich, in mäßiger Menge aber und mit gemeiner gemiſcht ihrem Wachsthume und Erhaltung beförderlicher ſey, als gemeine Luft allein; Weintrauben, Erdbeeren und Kirſchen hielten ſich ſo länger, als in gemeiner Luft; ſo auch Erdbeerpflanzen und Münzenzweige; auch ward Milch nur ſäuerlich, nicht faul r).

Es

r) Experiments and obſervations on different kinds of air. Loud. 1774. 1775. 1776. 8. D. Joſ. Prieſtley's

Es ist leicht zu denken, daß schon die ersten Versuche Priestley's über die verschiedenen Luftarten unter den Gelehrten vieles Aufsehen machten, und daß mehrere gereizt wurden, diesen wichtigen Gegenstand weiter zu verfolgen. Wirklich haben sich auch viele Chemiker und Physiker damit beschäftigt, während Priestley selbst seine Untersuchungen fortsetzte.

Scheele[s]), welcher von den anfänglichen Bemühungen Priestley's nichts gewußt zu haben scheint, war beynahe gleichzeitig mit diesem durch den damaligen Streit über die Eigenschaften der fixen Luft veranlaßt, verschiedene Naturoperationen einer genauern Aufmerksamkeit zu würdigen. Er bemerkt, daß Körper, welche der Fäulniß, oder der Zerstörung durchs Feuer unterworfen sind, einen Theil der Luft vermindern und gleichsam verschlingen; zuweilen geschehe es aber auch, daß sie die Luftmasse merklich vermehrten, und endlich eine gegebene Menge Luft weder vermehrten noch verminderten. Erscheinungen, welche gewiß merkwürdig seyen. Muthmaßungen könnten hier nichts gewisses bestimmen. Man sehe daher die Nothwendigkeit ein, Versuche anzustellen, um Licht in diesem Geheimniß der Natur zu erhalten.

Er entdeckte durch seine Untersuchungen beynahe mit Priestley zugleich die vom letztern sogenannte dephlogi-

ley's Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft. Aus dem Engl. übers. 3 Theile. Wien und Leipz. 1778. 8.

s) Chemische Abhandlung von Luft und Feuer. Upsal und Leipz. 1777. 8. zweyte Ausg. Leipz. 1782. 8.

phlogistisirte Luft, welcher er den Nahmen Feuerluft gab, aus Gründen, welche aus dem folgenden erhellen werden. Zuerst gibt er folgende allgemeine Eigenschaften der gewöhnlichen Luft an: 1. Das Feuer muß eine gewisse Zeit in einer gegebenen Menge Luft brennen. 2. Wenn dieses Feuer während dem Brennen kein dem Ansehen nach der Luft ähnliches Fluidum von sich gibt, so muß diese Luftmenge, nachdem das Feuer von selbst ausgelöscht ist, zwischen dem dritten und vierten Theile verringert seyn. 3. Muß sie sich mit dem gemeinen Wasser nicht verbinden. 4. Alle Arten von Thieren müssen eine gewisse Zeit in einer verschlossenen Menge Luft leben. 5. Saamen, als z. B. Erbsen, müssen in einer gegebenen Menge gleichfalls verschlossener Luft, durch Hülfe etwas Wassers und einer mittelmäßigen Wärme, sowohl Wurzel schlagen, als auch eine gewisse Höhe erreichen.

Finden bey irgend einer andern dem äußerlichen Ansehen nach der Luft ähnlichen Flüssigkeit alle diese Eigenschaften nicht statt, oder sollte auch nur eine davon fehlen, so glaubt er sich ganz richtig überzeugt zu halten, daß sie nicht gewöhnliche Luft sey.

Hiernächst zeigt Scheele durch Versuche, daß die gemeine Luft aus elastischen Flüssigkeiten von zweyerley Art zusammengesetzt sey. Er lößte zuerst 1 Unze alkalische Schwefelleber in 8 Unzen Wasser auf, goß alsdann 4 Unzen von dieser Auflösung in eine leere Bouteille, die 24 Unzen Wasser enthalten konnte, verstopfte selbige mit einem Kork, wendete die Bouteille um, und setzte den Hals in ein kleines Gefäß mit Wasser; so ließ er sie 14 Tage stehen. Während dieser Zeit hatte die Auflösung einen Theil von ihrer rothen Farbe verloren, und auch etwas Schwefel fallen lassen;

lassen; nachher nahm er diese Bouteille, und hielt sie in eben solcher Stellung in ein grösseres Gefäß mit Wasser, so daß der Kopf unter der Wasserfläche und der Boden über der Fläche war, und zog den Kork unter dem Wasser aus. Sogleich stieg das Wasser mit Heftigkeit in die Bouteille; hierauf verstopfte er sie wieder, zog sie aus dem Wasser, und fand, daß die in ihr enthaltene Flüssigkeit 10 Unzen wog. Hieraus war also klar, daß 6 Theile von 20 Theilen Luft in 14 Tagen verloren gegangen waren.

Bey wiederholten Versuchen konnte er den Verlust der gemeinen Luft nie höher, als 6 Theile, treiben.

Aus diesem und mehreren andern Versuchen schloß nun Scheele, daß bey jedem Versuche das Phlogiston, dieser einfache brennbare Grundstoff, zugegen sey. Man wisse, daß die Luft das Brennbare stark an sich ziehe, und den Körpern dasselbe raube; dieses sey nicht allein aus seinen Versuchen zu ersehen, sondern es erhelle zugleich, daß bey dem Uebergange des Brennbaren in die Luft ein merklicher Theil Luft verloren gehe. Ob aber das von den Körpern verloren gegangene Phlogiston noch in der Luft, welche in der Bouteille zurückgeblieben war, vorhanden, oder ob die verloren gegangene Luft mit den Materien, z. B. Schwefelleber, Oelen, sich verbunden und fixirt habe? dieß seyen Fragen von Wichtigkeit.

Aus der erstern Frage müßte folgen, daß das Brennbare die Eigenschaft hätte, der Luft einen Theil ihrer Elasticität zu rauben, und demnach von der äußern Luft näher zusammengedruckt werde. Um sich nun aus diesen Ungewißheiten heraus zu helfen, glaubte er, daß eine solche Luft specifisch schwerer als

die gemeine seyn müßte, sowohl wegen des in sich habenden Phlogistons, als auch wegen einer größern Dichtigkeit. Allein er wurde bestürzt, als er sah, daß ein sehr dünner Kolben, welcher mit dieser Luft gefüllt und auf das genaueste gewogen war, nicht allein mit einer gleichen Menge gemeiner Luft die Wage hielt, sondern auch noch etwas leichter war. Er dachte also, daß die letztere Frage wohl statt haben könnte; es müßte aber auch alsdann folgen, daß die verloren gegangene Luft aus den dazu gebrauchten Materien wieder könne ausgeschieden werden. Allein auch dieß wollte ihm nicht glücken. So viel sahe er aber aus seinen Versuchen, daß die Luft aus zwey von einander verschiedenen Flüssigkeiten bestehe, von welchen die eine die Eigenschaft, das Phlogiston anzuziehen, gar nicht äußere, die andere aber zu solchen Attraktionen aufgelegt sey, und zwischen dem dritten und vierten Theil von der ganzen Luftmasse ausmache. Wo aber diese letzte Art Luft, nachdem sie sich mit dem Brennbaren verbunden, hingekommen, sey eine Frage, welche durch fernere Versuche entschieden werden könne.

Um nun seinem Zwecke näher zu kommen, untersuchte er zuerst dasjenige Feuer, welches keine luftähnliche Flüssigkeit während dem Brennen von sich gibt. In einen dünnen Kolben, welcher 30 Unzen Wasser enthalten konnte, brachte er 9 Gran Urinphosphor, und verstopfte dessen Mündung. Hierauf erhitzte er die Stelle, wo der Phosphor lag, mit einem Lichte; der Phosphor entzündete sich; der Kolben wurde mit einem weißen Nebel angefüllt, der sich an die Wände wie weiße Blumen anlegte, und eine Phosphorsäure war. Nachdem der Kolben kalt geworden war, öffnete er ihn unterm Wasser; hier druckte die äußere

Luft

Luft das Wasser in den Kolben, welches gerade 9 Unzen betrug.

Hiernächst ließ Scheele einige Stücke Phosphor 6 Wochen in demselben Kolben liegen, nämlich so lange, bis er nicht mehr leuchtete, und fand alsdann, daß $\frac{1}{3}$ Luft verloren gegangen war.

Nun suchte er auch zu erforschen, wie sich die Luft gegen das Feuer verhalte, welches während dem Brennen ein luftähnliches Fluidum von sich gibt.

Er stürzte auf verschiedene Art einen großen Kolben über einen brennenden Körper, und fand jederzeit nach dem Erkalten, daß ein Theil Luft in dem Kolben verzehrt war; er schloß aber hieraus, daß die Hitze diesen Antheil Luft ausgetrieben habe. Er sucht nämlich zu beweisen, daß die Verbindung, welche die Luft mit dem principio inflammabili eingegangen, ein so zartes Compositum zuwege gebracht habe, welches durch die zarten Zwischenräumchen des Glases gegangen und sich in der Luft zerstreuet habe.

Merkwürdig waren ihm besonders die Phänomene der Destillation der rauchenden Salpetersäure aus Vitriolöl und Salpeter. Wenn die Hitze zu Ende der Destillation zu groß ist, so geräth die ganze Mischung in eine solche Schäumung, daß alles im Recipienten übergeht, und, welches das Hauptsächlichste ist, es geht während dieser Schäumung eine Art Luft über, welche nicht wenig Aufmerksamkeit verdient. Nimmt man zu dieser Destillation ein recht schwarzes Vitriolöl, so geht anfänglich die Säure ganz dunkelroth über, und ein in den Recipienten gebrachtes Licht pflegt auch sogleich auszulöschen; da hingegen zu Ende der Destillation, wenn die Mischung

ſtark ſchäumt, unter dem mit blutrothen Dünſten angefüllten Recivienten ein brennendes Licht nicht nur zu brennen fortfährt, ſondern auch mit einer weit lebhaftern Flamme brennt, als in der gemeinen Luft. Daſſelbe geſchieht, wenn man am Ende der Deſtillation eine Vorlage anbringt, welche Luft enthält, in der das Feuer nicht brennen will; wenn dieſe nur eine halbe Stunde vorgelegen hat, ſo wird gleichfalls ein Licht in ſolcher Luft zu brennen fortfahren. Sollte nicht, frägt er, dieſe Luft, und inſonderheit derjenige Theil der Luft, mittelſt welchem das Feuer brennt, und der bloß den dritten Theil der Luft ausmacht, in den Recipienten durch die Deſtillation gekommen ſeyn? Muß nicht dieſe Art Luft, nachdem ſie ſich mit dem Phlogiſton verbunden, und dadurch den Sinnen gänzlich entwiſcht iſt, wieder zum Vorſchein kommen, wenn ein Körper ſie berührt, welcher eine ſtärkere Anziehung zum Brennbaren als dieſe Luft hat? Sollte man wohl Bedenken tragen zu glauben, daß eben dieſes in der Deſtillation des Salpetergeiſtes geſchehe? Alle ſeine Verſuche gaben ihm Anlaß zu muthmaßen, daß bey jeder Verbindung des Phlogiſtons mit der Luft eine Hitze erzeugt werde, folglich die Hitze aus derjenigen Luft, welche den dritten Theil der gewöhnlichen Luft ausmacht, und einem brennbaren Principe zuſammengeſetzt ſey. Dieſe Hitze ſey es, welche in der Deſtillation der concentrirten Salpeterſäure zerlegt, und in ihre Beſtandtheile aufgelößt werde. Dieſe habe ihr Daſeyn von dem Feuer erhalten, womit die Deſtillation unterhalten werde; ſie werde von der Luft, ohne welche kein Feuer gedacht werden könne, und dem Phlogiſton der Kohlen erſt zuſammengeſetzt; ſie dringe alsdann durch die Kapelle, Sand und Retorte, und treffe hier eine Materie an, welche das Brennbare

ſtär-

stärker als die mit ihr verbundene Luft anziehe; folglich werde die Hitze decomponirt, die Salpetersäure erhalte dadurch eine dunkele Röthe. Die Luft, welche vorher durch das Phlogiston so unbegreiflich zart zertheilt gewesen, bekomme ihre vorige Eigenschaft wieder, sie werde durch Hülfe der sie begleitenden Säure, welche durch die Hitze elastischer geworden, mit in den Recipienten gestoßen; hier sey der Ort, wo sie Brennbares wieder anzuziehen im Stande sey, und da hier von dieser Art Luft mehr, als in der gemeinen Luft, zugegen sey, so sey es kein Wunder, daß die Flamme auch hier stärker und heller brennen müsse.

Um diese seine Hypothese wahrscheinlicher zu machen, fing er diese Luft in einer Blase auf, füllte ein Glas, das 10 Unzen Wasser hielt, damit an, und stellte ein schmales angezündetes Licht hinein; kaum war dieß geschehen, so fing das Licht an, mit einer großen Flamme zu brennen, wobey es einen so hellen Schein von sich gab, daß es die Augen verblenden konnte. Er mischte 1 Theil dieser Luft mit 3 Theilen solcher, in welcher das Licht nicht brennen wollte; hier erhielt er eine Luft, welche der gemeinen vollkommen gleich war. Da diese Luft nothwendig zur Entstehung des Feuers erfordert wird, und etwa den dritten Theil unserer atmosphärischen Luft ausmache, so nennt sie Scheele Feuerluft; die andere Luft aber, welche zur feurigen Erscheinung gar nicht dienlich ist, und welche in unserer Luft etwa $\frac{2}{3}$ ausmache, nennt er verdorbene Luft.

Nachher hat Scheele seine Feuerluft aus mehreren Substanzen gewonnen, und Versuche damit angestellt.

Lavoisier t) ward indessen durch Priestley's erste Bemühungen veranlaßt, seine Untersuchungen weiter zu verfolgen. Er hatte bereits gezeigt, daß beym Verbrennen des Kunkelschen Phosphors unter einer umgekehrt in Wasser gestellten Glocke ohngefähr $\frac{1}{5}$ der unter der Glocke eingeschlossenen Luft eingesogen und der an der Luft bemerkte Abgang bey der durchs Verbrennen erhaltenen Phosphorsäure als ein Ueberschuß wiedergefunden ward, und daraus geschlossen, daß diese Säure zum Theil aus Luft, oder wenigstens aus einem in der Luft befindlichen elastischen Stoffe bestände. Da bey dem Verbrennen des Schwefels und der Entstehung der Schwefelsäure gerade die nämlichen Erscheinungen statt finden, so glaubte er ebenfalls zu schließen berechtigt zu seyn, daß die Luft in die Zusammensetzung dieser letztern Säure einginge.

Diese ersten Schritte hatten ihn zum Nachdenken über die Beschaffenheit der Säuren überhaupt gebracht, und bey der Untersuchung der Umstände bey ihrer Entstehung und Zerstörung hatte er wahrzunehmen geglaubt, daß sie alle größtentheils aus Luft beständen, daß dieser Stoff ihnen sämmtlich gemeinschaftlich wäre, und daß sie hernach durch den Beytritt verschiedener jeder Säure eigenthümlichen Grundstoffe eine Verschiedenheit von einander erhielten.

Was anfänglich nur eine ziemlich wahrscheinliche Muthmaßung gewesen, sey bald zu einer Gewißheit geworden, als er die Erfahrung auf die Theorie angewandt habe, und er sey jetzt im Stande, bejahend zu

t) Mémoire sur l'existence de l'air dans l'acide nitreux et sur les moyens de decomposer et de recomposer cet acide in Mémoir. de Paris. an. 1776.

zu behaupten, daß nicht allein die Luft, sondern sogar der reinste Theil der Luft, in die Zusammensetzung aller Säuren, ohne Ausnahme, eingehe; daß sie das sey, was ihre saure Beschaffenheit ausmache, so daß man ihnen die Beschaffenheit einer Säure nach Belieben nehmen, oder wieder geben könne, je nachdem man sie des zu ihrer Zusammensetzung erforderlichen Antheils von Luft beraube, oder ihnen solchen ertheile.

Diese seine Behauptung sucht Lavoisier zuerst bey der Salpetersäure zu beweisen, bemerkt aber ganz bescheiden, daß die hieher gehörigen Thatsachen nicht ihm, sondern Priestley'n zugehörten, nur in Ansehung der Schlußfolgen befinde er sich mit Priestley in einem ganz entgegengesetzten Zustande, und er hoffe, daß man ihm wenigstens nicht das Eigenthum der Folgerungen streitig machen werde.

Es sey eine allgemein anerkannte Thatsache, daß fast bey allen Metallauflösungen in Säuren elastische Flüssigkeiten entbunden würden, deren Eigenschaften nach der Beschaffenheit der Säuren verschieden ausfielen, vermittelst welcher man zur Erzeugung derselben gelangt sey. Diese verschiedenen Luftarten hätten nicht ihren Grund in den Metallen, sondern in der Zerlegung der Säure selbst, und er habe wahrgenommen, daß daraus ein einfaches Mittel, die Säuren zu zerlegen, erwachsen könnte. Es schien ihm, daß er das beste Licht über die Beschaffenheit der Grundstoffe, welche in die Zusammensetzung der Salpetersäure eingehen, erhalten würde, wenn er Queckſilber in solcher auflößte, die verschiedenen von dieser Verbindung entweichenden elastischen Grundstoffe auffinge, und die Erscheinungen aufmerksam beobachtete, welche sie von dem ersten Augenblicke der Auflösung an bis

dahin zeige, da das Queckſilber nach einem Uebergange in rothen Queckſilberkalk endlich wieder in ſeiner metalliſchen Geſtalt erſcheine.

Sobald er nun Queckſilber und concentrirte Salpeterſäure in einen kleinen Kolben mit einem langen und engen Halſe brachte, ſo erfolgte ein lebhaftes Aufbrauſen und eine ſehr ſchnelle Entbindung von Luft, welche er in verſchiedenen Glocken auffing, um die Verſchiedenheiten kennen zu lernen, welche zwiſchen der beym Anfange und der beym Ende des Brauſens entbundenen Luft vorkommen könnten, vorausgeſetzt, daß es einen Unterſchied zwiſchen denſelben gäbe. Als das Brauſen aufgehört hatte und alles Queckſilber aufgelößt war, fuhr er mit der Erhitzung fort; bald folgte auf das Brauſen eine aufwallende Bewegung, während welcher die Erzeugung einer Luft, beynahe in eben ſo großer Menge, als zuvor, anhielt; hiemit fuhr er ſo lange fort, bis in dem Kolben nur Queckſilberſalz in einer eher trockenen als feuchten Geſtalt nachblieb, welches an der Oberfläche gelb zu werden anfing. Die bis zu dieſem Zeitpunkte erhaltene Luft betrug etwa 190 Cubikzoll, welche von Prieſtley's Salpeterluft im geringſten nicht verſchieden war.

Bey der Fortſetzung dieſer Operation ward er gewahr, daß rothe Dämpfe von dem Queckſilberſalze aufſtiegen, aber dieſer Umſtand dauerte nicht lange, und die in dem leeren Raume des Kolbens befindliche Luft erhielt ihre Durchſichtigkeit bald wieder. Nachdem er die während der Dauer der rothen Dämpfe übergegangene Luft bey Seite gethan hatte, fanden ſich 10 bis 12 Zoll einer von der bisher übergegangenen ſehr verſchiedenen Luft, welche von der gemeinen nicht weiter verſchieden zu ſeyn ſchien, als daß

die

die Lichter in ihr ein wenig brannten. Zu gleicher Zeit war der Queckſilberkalk zu einem ſchönen rothen Niederſchlage geworden. Als er nun fortfuhr, es bey einem gemäßigten Grade des Feuers weiter zu treiben, ſo erhielt er von demſelben binnen 7 Stunden 224 Cubikzoll einer viel reinern Luft, als die gemeine iſt, in welcher die Lichter mit einer viel lebhaftern Flamme brannten, welche er für die nämliche halten mußte, die er aus dem für ſich niedergeſchlagenen Queckſilberkalke erhalten hatte, und welche Prieſtley aus ſehr vielen Stoffen durch die Behandlung mit Salpetergeiſt gewann.

Da nun Lavoiſier fand, daß das Queckſilber durch die Reduktion weder in ſeiner Beſchaffenheit, noch merklich an ſeinem Gewichte verändert war, ſo konnten die 426 Cubikzoll Luft, die er erhalten hatte, offenbar nur durch die Zerlegung der Salpeterſäure hervorgebracht ſeyn; er hielt ſich alſo berechtigt, daraus zu ſchließen, daß 2 Unzen Säure 1) aus 190 Zoll Salpeterluft, 2) aus 12 Zoll gemeiner und 3) aus 224 Zoll beſſerer Luft, als die gemeine, beſtünden.

Wäre es nun möglich, fährt Lavoiſier fort, das Gewicht dieſer Luftmengen zu beſtimmen, ſo wie man ihren Umfang beſtimmen kann, ſo würde man daraus leicht das Gewicht des Waſſers folgern können, und alsdann eine vollſtändige Zerlegung der Salpeterſäure haben. Die von Prieſtley in dieſer Rückſicht angeſtellten Verſuche ſeyen aber noch weit entfernt, befriedigende Ausſchläge zu geben, und er geſtehe, daß er ebenfalls nur Annäherungen habe erhalten können, welche ungewiß genug ſind. Indeſſen ſetzt Lavoiſier bey Einem Pfunde Salpeterſäure die Gewichte ihrer Beſtandtheile alſo:

Sal-

Salpeterluft	-	1	Unze	2	Quent.	$3\frac{1}{5}$	Gran	
Reinste Luft	-	1	-	6	-	$32\frac{1}{5}$	-	
Gemeines Wasser		13	-	7	-	$36\frac{3}{5}$	-	
zusammen		1	Pfund					

Einen vollständigen Beweis der Zerlegung der Salpetersäure gab ihm die Zusammensetzung der zerlegten Salpetersäure durch die nämlichen Substanzen. Ehe er diese aber zeigt, sucht er zuvor die Beschaffenheit der Salpeterluft in ein größeres Licht zu setzen. Man sollte glauben, meint er, daß nach Priestley's ersten Versuchen die Salpeterluft nichts anders sey, als Salpetersäure in Dämpfen. Allein diese Meynung umzustoßen, bemerkt er, daß es sogar zweifelhaft sey, ob sich die Salpeterluft in einem sauren Zustande befinde, welches aus folgenden Versuchen erhelle:

1. Könne die Salpeterluft durch sehr beträchtliche Vorräthe Wasser hindurchgehen, ja verschiedene Monathe in Berührung mit demselben bleiben, ohne in Gestalt einer Flüssigkeit verdichtet zu werden, und ohne weder an ihrer Beschaffenheit, noch an ihrem Umfange die geringste Veränderung zu erfahren; die Dämpfe des Salpetergeistes hingegen verbinden sich sehr leicht mit dem Wasser, und es ist bekannt, daß man sie durch Wasser verdichten kann.

2. Kann nur mit sehr großer Schwierigkeit und nach einer beträchtlichen Zeit ein kleiner Antheil Salpeterluft mit den Laugensalzen verbunden werden; nur durch langwierige und eigene Verfahrungsarten gelangt man dahin, und selbst dann entspringt aus dieser Verbindung weder Salpeter noch Salpetersalmiak,

wofern nicht gemeine Luft in die Verbindung eingegangen ist.

Um nun wirklich darzuthun, daß die Salpetersäure eine Zusammensetzung der eben angeführten Materien sey, füllte Lavoisier eine an einem Ende verschlossene Röhre, welche der Länge nach durch Feilstriche, dem Umfange nach in gleiche Theile getheilt war, mit Wasser, und kehrte sie in ein anderes ebenfalls mit Wasser gefülltes Gefäß um, ließ $7\frac{1}{3}$ Theile obiger Salpeterluft hinein, und mischte dazu sogleich 4 Theile reinere als die gemeine Luft; im ersten Augenblicke der Mischung nahmen die $11\frac{1}{3}$ Theile Luft 12 bis 13 Maaße ein, aber gleich darauf durchdrangen die beyden Luftarten einander, es entstanden sehr rothe Dämpfe, wie von rauchendem Salpetergeiste, welche auf der Stelle vom Wasser verdichtet wurden, und in einigen Sekunden nahmen die $11\frac{1}{2}$ Theile Luft bis zu ohngefähr $\frac{1}{3}$ eines Maaßes, d. i. einem 34sten Theil ihres ursprünglichen Umfangs ab.

Das in der Röhre befindliche Wasser ward nach dieser Vorrichtung merklich sauer befunden, oder war vielmehr nichts anders, als eine schwache Salpetersäure; durch die Sättigung derselben mit Laugensalz und Abdampfen erhielt Lavoisier ächten Salpeter.

Statt der reinsten aus dem rothen Queckſilberniederschlag gewonnenen Luft kann man sich auch der gemeinen, wiewohl in größerer Menge, bedienen, und es wird hiebey ebenfalls alle Salpeterluft zerstört, oder vielmehr verdichtet; und der Rückstand der gemeinen Luft ist nicht mehr im Stande, die Flamme des Lichts zu unterhalten, oder zum Athmen der Thiere zu dienen. Es würde daher erwiesen zu seyn scheinen,

daß

daß die atmoſphäriſche Luft nur $\frac{1}{4}$ wirkliche Luft enthielte, die einathmenbar wäre, die andern 3 bis 4 Theile aber eine Art Stickluft.

Aus allen dieſem zieht nun Lavoiſier die Folge, daß ſich bey der Auflöſung des Queckſilbers im Salpeterſauren dieſes Metall des in der Salpeterſäure befindlichen Antheils reiner Luft, welcher ihre ſaure Beſchaffenheit bewirkt, bemächtigt. Durch dieſe Verbindung wird auf der einen Seite das Queckſilber zu einem Kalke; auf der andern Seite dehnt ſich die derſelben reinen Luft beraubte Säure aus und erzeugt Salpeterluft.

Es iſt alſo nach Lavoiſier die durch den Thon aus dem Salpeter gewonnene Salpeterſäure nichts anders, als eine Verbindung des reinſten Antheils der Luft mit einer ziemlich beträchtlichen Menge Waſſer, und die Salpeterluft iſt die der Luft und des Waſſers beraubte Salpeterſäure. Hier bemerkt er zugleich, daß man ohne Zweifel fragen werde, ob das Brennbare des Metalls bey dieſer Verrichtung nicht eine Rolle mitſpiele? Ohne aber die Entſcheidung einer Frage von ſolcher Wichtigkeit zu wagen, wollte er darauf antworten: daß, weil das Queckſilber hiebey wieder genau ſo zum Vorſchein kommt, als es dazu genommen war, kein Anſchein da ſey, daß es Brennbares verloren, oder wieder angenommen habe, wofern man nicht behaupten wolle, daß das Brennbare, das zur Wiederherſtellung des Metalls gedient, durch die Gefäße gedrungen ſey; aber alsdann nähme man eine beſondere Art von Brennbarem an, welche von Stahls und ſeiner Schüler ihrem verſchieden wäre, dann ginge man auf den Grundſtoff des Feuers, auf das in den Körpern verbundene Feuer zurück, ein viel älteres,

älteres, als das Stahlische, und von demselben sehr verschiedenes Lehrgebäude.

Endlich glaubt er mit Recht einen Irrthum Priestley's rügen zu müssen. Dieser hatte nämlich gefunden, daß bey der Verbindung der Salpetersäure mit jeder beliebigen Erde beständig gemeine, oder noch bessere, als gemeine Luft erhalten werde, und hatte daraus geschlossen, daß die atmosphärische Luft aus Salpetersäure und Erde bestünde. Dieser gewagte Schluß, sagt Lavoisier, werde durch seine Versuche hinlänglich widerlegt; es erhelle einleuchtend, daß nicht, wie Priestley behaupte, die Luft aus Salpetersäure, sondern die Salpetersäure aus Luft bestehe, und diese Bemerkung gebe den Schlüssel zu sehr vielen Versuchen, welche in dem dritten, vierten und fünften Abschnitte des zweyten Bandes von Priestley's Werke enthalten sind.

Um diesen wichtigen Gegenstand noch mehr aufzuhellen, hatte sich Lavoisier noch weiter mit der Verbrennung des Phosphors und der daher entstehenden Phosphorsäure beschäfftigt, und es war ihm gelungen, bestimmtere Ausschläge darzustellen, und richtigere Erklärungen zu geben, als vormals. Seine Versuche gaben ihm folgende merkwürdige Resultate:

Zündet man mit Hülfe eines Brennglases Phosphor unter einer mit Queckſilber gesenkten gläsernen Glocke an, so nimmt man wahr:

1. daß man nur eine gewisse Menge Phosphor in einer bestimmten Menge Luft verbrennen kann und diese Menge ohngefähr 1 Gran, gegen 16 bis 18 Cubikzoll Luft, beträgt.

2. Daß der Phosphor, welcher zum Verſuche gedient hat, wenn dieſe Menge einmal verbrannt iſt, verlöſcht, ohne daß er ſich durch irgend ein Mittel wieder anzünden läßt, wofern man ihn nicht wieder in Berührung mit friſcher Luft bringt, welche zum Verbrennen noch nicht gedient hat.

3. Daß friſcher unter die nämliche Glocke gebrachter Phosphor in derſelben nicht beſſer, als der erſtere, brennt.

4. Daß während dem Brennen des Phosphors eine ſehr große Menge von weißen, ſehr feinem Schnee ziemlich ähnlichen, Blumen oder Flocken entſteht, welche ſich allenthalben inwendig an die Wände der Glocke anhängen, und nichts anders als feſt gewordene Phosphorſäure ſind.

5. Daß im erſten Augenblicke der Verbrennung eine ziemlich beträchtliche Ausdehnung der unter der Glocke eingeſchloſſenen Luft nach Verhältniß der durchs Verbrennen verurſachten Hitze erfolgt; wenn dieſer Augenblick aber vorüber iſt, ſo erleidet die nämliche Luft eine beträchtliche Abnahme am Umfange, ſo daß ſie, wenn die Gefäße kalt geworden ſind, nicht mehr als höchſtens $\frac{4}{5}$ oder $\frac{5}{6}$ des Raums einnimmt, welchen ſie vor dem Verbrennen einnahm. Gelangt man durch ein oder das andere Mittel dahin, die weißen Blumen, welche während dieſer Verrichtung entſtanden ſind, zu ſammeln und zu wägen, ehe friſche Luft ſie berührt, ſo nimmt man wahr, daß ſie $2\frac{1}{2}$ mal ſo viel, als der Phosphor, welcher zu ihrer Erzeugung gedient hat, wiegen, d. i. daß man durch 1 Gran Phosphor $2\frac{1}{2}$ Gran feſt gewordene Phosphorſäure erhält.

Dieſe

Diese außerordentliche Zunahme am Gewichte entspricht der eingesogenen Luftmenge in einem ziemlich genauen Verhältnisse. Die Einsaugung auf jeden Gran verbrannten Phosphor beträgt nämlich ohngefähr 3 Cubikzoll; nun wägen 3 Cubikzoll Luft ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Gran, welche mit dem 1 Gran Phosphor zusammen $2\frac{1}{2}$ Gran saure Blumen geben müssen, was man auch wirklich wahrnimmt.

Die durchs Verbrennen des Phosphors verminderte Luft ist nicht dichter, als die gemeine Luft; ihr eigenthümliches Gewicht hat sogar eher ab- als zugenommen; sie ist nicht mehr zum Athemholen der Thiere fähig, auch nicht die Verbrennung und Entzündung der Körper zu unterhalten; mit einem Worte, sie hat die völlige Beschaffenheit einer Stickluft. Thut man zu dieser solchergestalt zerlegten Luft eben so viel dem Umfange nach aus Bleykalk oder Queckſilberkalk gewonnene reine Luft hinzu, als während dem Verbrennen eingesogen worden ist, so wird sie wieder zum Athmen tauglich, und zum Verbrennen der Körper fähig, mit einem Worte, sie erhält die Eigenschaften wieder, welche sie vor dem Verbrennen besaß.

Hat man auf solche Art durch einen Zusatz von reiner Luft die übrig gebliebene Luft beym Verbrennen des Phosphors wieder hergestellt, und verbrennt abermals Phosphor in derselben, so erfolgen die nämlichen Wirkungen, wie beym ersten Verbrennen; es erfolgt eine Abnahme am Umfange von beynahe $\frac{1}{5}$, die rückständigen $\frac{4}{5}$ sind, wie beym erstenmale, Stickluft u. s. f.

Dieser ganze Vorgang des Verbrennens des Phosphors und der Entstehung seiner Säure kann

ebenfalls auf die Verbrennung des Schwefels und der Entſtehung der Schwefelſäure angewandt werden, nur mit dem Unterſchiede, daß, da der Schwefel nicht ſo leicht, wie der Phosphor, im Brennen zu erhalten iſt und viel leichter verlöſcht, es viel ſchwerer hält, einer gegebenen Menge Luft der in ihr befindlichen Menge vorzüglich zum Athmen tauglicher Luft durch den Schwefel, als durch den Phosphor zu berauben; ſobald $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{8}$ dieſer Luft verzehrt worden iſt, will der Schwefel nicht mehr brennen, dahingegen andere verbrennliche und leichter im Zuſtande des Glühens zu haltende Körper, z. B. Phosphor, noch in derſelben brennen würden. Dieſe Schwierigkeit, das Verbrennen des Schwefels zu unterhalten, hat Lavoiſier'n verhindert, mit dieſem Stoffe ſo genau beſtimmte Ausſchläge, wie mit dem Phosphor, zu erhalten.

Aus dieſen Verſuchen glaubte Lavoiſier ſchließen zu können:

1. Daß die Luft unſerer Atmoſphäre ohngefähr aus $\frac{1}{4}$ reiner und $\frac{3}{4}$ ſchädlicher Luft beſtehe.

2. Daß der Phosphor beym Brennen nur auf den vorzüglich zum Athmen tauglichen Antheil Luft wirke, ohne eine Wirkung auf die Stickluft zu äußern.

3. Daß die Schwefel- und Phosphorſäure über die Hälfte ihres Gewichts aus vorzüglich zum Athmen tauglicher Luft beſtehen.

Lavoiſier hat ferner in einer andern Abhandlung die Natur der atmoſphäriſchen Luft durchs Verbrennen der Lichter in ſelbiger genauer zu enthüllen geſucht. Er bemerkt zuerſt, daß wahrſcheinlich die rückſtändige Stickluft wiederum zuſammengeſetzt ſey, und unterſcheidet daher zuförderſt folgende 4 Arten Luft:

I.

1. Die Luft der Atmosphäre; dieß ist diejenige, in welcher wir leben, welche wir athmen, u. s. f.

2. Die reine, vorzüglich zum Athmen taugliche Luft; dieß ist diejenige, welche nur ohngefähr den 4ten Theil in der Zusammensetzung der Luft der Atmosphäre ausmacht, und welche Priestley sehr uneigentlich dephlogistisirte Luft genannt habe.

3. Die Stickluft der Atmosphäre, welche $\frac{3}{4}$ in der Zusammensetzung der Atmosphäre ausmacht, und deren Beschaffenheit uns noch ganz und gar unbekannt sey.

4. Die fixe Luft, welche er mit dem Nahmen luftförmige Kreidensäure belegt.

Hierauf führt Lavoisier an, daß fast alle diejenigen, welche sich mit Versuchen über das Verbrennen der Lichter beschäftigt haben, sich überredet hätten, daß während dem Verbrennen eine beträchtliche Verminderung des Umfanges der Luft erfolge; man habe, solches zu beweisen, einen sehr einfachen Versuch angestellt, welcher aber nichts weniger, als Schlußfolgend sey. Man hat nämlich eine Kerze auf den Teller einer Luftpumpe gestellt, eine Glocke darüber gedeckt, und wahrgenommen, daß die Kerze nach Verlauf eines sehr kurzen Zeitraums verlosch, und die Glocke dem Teller anhing, wenn die Gefäße kalt geworden waren; nun konnte dieser Erfolg nur in so fern statt finden, als der nach dem Verbrennen unter der Glocke übrigbleibende Umfang Luft geringer als der war, welchen sie vor dem Hineinstellen der Kerze erfüllte; aber man habe nicht daran gedacht, daß man keine Glocke über eine Kerze decken könne, ohne daß die Luft in der Glocke in dem nämlichen Augenblicke, da man sie über

die Kerze decke, erhitzt werde. Man ſchließe alſo heiße Luft unter die Glocke ein; nun nehme aber heiße Luft beym Erkalten am Umfange ab, es ſey daher kein Wunder, daß die Glocke feſt am Teller hange, wenn das Licht verloſchen ſey und die Gefäße kalt geworden ſind.

Ueberdem ſey dabey zu bedenken, daß es wenige Luftpumpen gebe, welche nicht einige Antheile Luft zwiſchen dem Leder und dem Rande der Glocke durchgehen ließen, beſonders in dem Augenblicke, wo die Glocke, anſtatt dem Teller anzuhängen, vielmehr vermöge des durch die Ausdehnung verurſachten Beſtrebens von demſelben zurückgeſtoßen werde; es gehe alſo faſt allemal Luft, während dem Verbrennen des Lichts, fort. Sodann bleibe nicht mehr Luft genug unter der Glocke, um dem Drucke des Dunſtkreiſes das Gleichgewicht zu halten, und es entſtehe daraus eine neue Urſache der Anhängung der Glocke an den Teller.

Die Verſuche, welche in Glocken, die in Waſſer geſtellt ſind, angeſtellt worden, ſeyen nicht Schlußfolgender; 1. denn dehne ſich die Luft während der nämlichen Zeit aus, da man die Lichter hineinſtelle, fahre während der Zeit des Verbrennens fort, ſich auszudehnen, und folglich gehe eine merkliche Menge Luft unter dem Rande der Glocke weg; es ſey alſo unmöglich, die Menge der Luft, in welcher man die Verrichtung angeſtellt habe, genau kennen zu lernen, mithin zu wiſſen, ob wirklich eine Verminderung des Umfangs erfolgt ſey, und wie viel ſelbige betragen habe. 2. Habe das Brennen der Lichter die Eigenſchaft, daß es einen Antheil der Luft der Atmoſphäre, oder beſtimmter zu reden, einen Theil der in der Atmoſphäre befindlichen reinen Luft in luftförmige Kreiden-

densäure verwandele. Nun besitze diese die Eigenschaft, sich mit dem Wasser zu verbinden; nehme man also an, daß bey diesem Versuche eine durchs Verbrennen verursachte Verminderung des Umfangs erfolgte, so sey es unmöglich, selbige von derjenigen zu unterscheiden, welche vermöge der Verbindung der luftförmigen Kreidensäure mit dem Wasser statt finde.

Diese Betrachtungen nöthigten Lavoisier'n, statt des Wassers weit vorzüglicher Queckſilber zu gebrauchen. Zu dem Ende richtete er eine Glasglocke mit aller möglichen Vorsicht so zu, daß die Glocke beständig eine gleiche Menge Luft einschließen konnte. Nachdem er nun eine Kerze unter selbige brachte, wurde sie nach und nach immer schwächer, und verlosch endlich. Anfänglich fiel das Queckſilber in der Glocke ein wenig herab, nach dem gehörigen Erkalten aber stieg es ziemlich genau bis zu dem vor dem Versuche gemachten Merkmale im Glase. Nun war es ihm nicht hinreichend, daß er sich überzeugt hatte: das Verbrennen verursache keine merkliche Veränderung des Umfangs der Luft, sondern es war ihm auch darum zu thun, die Luft selbst, in welcher die Verbrennung vor sich gegangen war, zu prüfen. Er ließ daher eine dünne Lage ätzendes fixes Alkali in diese Luft; sogleich fing der Umfang der Luft an abzunehmen und zwar von 26 Cubikzoll bis zu $23\frac{1}{2}$ Cubikzoll; zu gleicher Zeit ward der unter die Glocke gelassene Antheil fixes Alkali fähig, mit den Säuren zu brausen, welches ihm zum Beweise diente, daß die Verminderung des Umfangs durch die Verbindung der luftförmigen Kreidensäure mit dem Laugensalze verursacht worden war.

Um noch genauere Resultate zu haben, brachte er ein Stückchen Phosphor auf einer Schaale unter

eine Glocke, die er mit Queckſilber ſperrte; hierauf ſog er mittelſt eines gläſernen Hebers von außen das Queckſilber in der Glocke bis zu einer gewiſſen Höhe hinauf, die er genau bezeichnete. Nachdem er nun den Phosphor angezündet hatte, ſo erfolgte während dem Verbrennen eine ſtarke Ausdehnung der Luft, nach dem Erkalten aber ſtieg es ein wenig über das gemachte Zeichen. Hieraus folgte alſo, daß eine geringe Verminderung des Umfangs der Luft erfolgt war, welche ſehr genau $\frac{3}{4}$ eines Cubikzolls betrug. Da dieß nur $\frac{1}{288}$ des ganzen Luftvolumens betrug, ſo ſchließt Lavoiſier, daß dieſe Abnahme eigentlich für gar nichts angeſehen werden könne.

Dieſen und mehrern Verſuchen zu Folge könne man als ausgemacht annehmen: 1. daß das Verbrennen der Lichter den Umfang der Luft nicht merklich vermindere. 2. Daß dieß Verbrennen die Eigenſchaft beſitze, ohngefähr $\frac{1}{10}$ des Umfangs der Luft in luftförmige Kreidenſäure zu verwandeln. 3. Daß, wenn die Luft, in welcher ein Licht oder eine Kerze gebrannt habe, mit Waſſer, Kalkwaſſer, oder ätzendem Laugenſalze in Berührung ſtehe, ſie alsdann wegen der luftförmigen Kreidenſäure ſo verſchluckt werde, daß eine Verminderung ihres Umfangs um $\frac{1}{10}$ erfolge.

Dieſe Luft alſo, in welcher man ein Licht hat brennen laſſen, und die durchs Waſſer oder ſonſt des Antheils von luftförmiger Kreidenſäure beraubt iſt, ſey Prieſtley'n und verſchiedenen andern Naturforſchern zu Folge eine zum Theil phlogiſtiſirte Luft. Sie ſind nämlich der Meynung, daß aus den Kerzen, welche brennen, aus den Metallen, welche verkalkt werden u. ſ. f. ein Phlogiſton entbunden werde, welches ſich mit der Luft verbinde und dieſe ſättige. Dagegen

glaubt

glaubt Lavoisier, daß dieß Zurückbleibsel vom Verbrennen nichts anders als die Stickluft ist, welche $\frac{3}{4}$ der Zusammensetzung der ihres reinen Theils mehr oder weniger beraubten Luft des Dunstkreises ausmache, und in der That werde selbige, wenn man ihr das Zehntel zum Athmen tauglicher Luft wieder gebe, in ihren ursprünglichen Zustand wieder hergestellt; wäre nun diese Luft phlogistisirt, so wäre es nicht genug, ihr das Fehlende wieder zu geben, sondern man müßte ihr auch das nehmen, was sie zu viel habe.

Nach Lavoisier's Meynung enthält die Luft des Dunstkreises, dem Umfange nach, ohngefähr $\frac{1}{4}$ reine und zum Athmen taugliche Luft; das Brennen der Lichter verwandelt nur $\frac{1}{10}$ in fixe Luft, oder luftförmige Kreidensäure; nehme man also an, daß dieser Umfang der Luft vor dem Verbrennen 100 betragen habe, so müßten nach der Verbrennung 75 Theile Stickluft und 15 Theile zum Athmen taugliche Luft zurückbleiben.

Bey dem Verbrennen einer Kerze in einer aus rothem Queckſilberniederſchlag bereiteten reinen Luft fanden dieſelben Erſcheinungen ſtatt, welche bereits Prieſtley beſchrieben hat; die Hitze war während dem Brennen ſo ſtark, daß ein Antheil Luft unter dem Rande der Glocke durch und davon ging, aber dieſe Menge war nicht beträchtlich; als das Licht verloſchen war, ließ er die Gefäße kalt werden, und eine Lage ätzendes fixes Alkali über die Oberfläche des Queckſilbers hinaufgehen; ſogleich ward die fixe Luft eingeſogen, und er fand durch dieſe Probe, daß $\frac{2}{3}$ der Luft durchs Verbrennen in fixe Luft verwandelt worden waren; aber was ihm am wichtigſten zu ſeyn ſchien, war dieß, daß das Drittel, das nach Einſaugung der fixen Luft durch das ätzende Laugenſalz zurückblieb, noch

beynahe reine Luft war. Nachdem er diese Luft unter eine kleinere Glocke hatte gehen lassen, ließ er abermals eine Kerze in ihr brennen; diese gab eine Flamme, welche sich ausbreitete, ohngefähr die Hälfte ward in fixe Luft verwandelt, und was übrig blieb, war noch beynahe eben so gut, als gemeine Luft.

Hieraus folgert Lavoisier, daß, wenn man eine Kerze unter eine Glocke stelle, welche 100 Theile reine, oder vorzüglich zum Athmen taugliche Luft enthalte, 66 Theile in fixe Luft verwandelt würden, und von den übrigen 34 Theilen $21\frac{1}{4}$ noch im Zustande reiner Luft befindlich, und in fixe Luft verwandelt zu werden fähig sind; endlich, daß von den 100 Theilen nur $12\frac{3}{4}$, d. i. ohngefähr $\frac{1}{8}$ einer Luft übrig bliebe, welche die Lichter verlösche, ohne das Kalkwasser zu fällen, und ein Antheil der Stickluft des Dunstkreises zu seyn scheine, welche die reine Luft enthält, und welcher ohne Zweifel desto geringer sey, je reiner die Luft gewesen.

Es sey leicht einzusehen, wie sehr diese letztern Versuche Priestley's Meynung von der Phlogistisirung der Luft durchs Verbrennen umzustoßen dienten. Hätte nämlich, wie dieser berühmte Naturforscher behaupte, das Verbrennen die Eigenschaft, die Luft zu phlogistisiren, so müßte desto mehr phlogistisirte Luft erzeugt werden, je beträchtlicher die Menge der verbrannten Stoffe gewesen wäre; nun erfolge das Verbrennen bey gleichem Umfange der Luft in der reinen beynahe 4mal so stark, als in der gemeinen Luft; folglich müßte in jener 4mal so viel phlogistisirte Luft entstehen, da man doch im Gegentheil 9mal so wenig von derselben erhalte.

Endlich betrage der Rückstand, den das Verbrennen des Phosphors und besonders des Pyrophorus in der reinen Luft zurücklasse, noch viel weniger, als der, welcher vom Brennen der Lichter zurückbleibe, und man könnte beynahe sagen, daß er so viel wie nichts betrage, dahingegen er, nach Priestley's Meynung, beträchtlicher seyn müßte; es sey also falsch, daß man die Entstehung der Stickluft, welche die atmosphärische Luft nach dem Verbrennen zurückläßt, dem Ausflusse des Brennbaren zueigne; dieser stickhaltige Theil der Luft sey in derselben schon vor dem Verbrennen zugegen gewesen.

Um diese Thatsache und die daraus gezogenen Folgen noch deutlicher darzustellen, hat Lavoisier besonders mit dem Luftzünder mehrere Versuche angestellt u). Er nahm 2 Quentch. von Homberg's Pyrophorus, legte ihn auf die Schaale einer sehr scharfen Wage und nahm wahr, daß derselbe, selbst in dem Augenblicke, da er brannte, merklich am Gewichte zunahm, und diese Zunahme verschiedene Minuten hindurch statt zu finden fortfuhr. Um nun die Zunahme am Gewichte genauer zu untersuchen, und vorzüglich, woher sie komme, suchte er alle mögliche Umstände beym Verbrennen mit der größten Sorgfalt zu beobachten.

Er suchte daher nach und nach 2 Quentchen Pyrophorus unter Glocken zu bringen, welche mit fixer Luft und Salpeterluft angefüllt waren; in denselben entzün-

u) Expériences sur la combinaison de l'alun, avec les matières charbonneuses, et sur les alterations, qui arrivent à l'air, dans lequel on fait brûler du Pyrophore, in Mémoir. de Paris an. 1777.

entzündete er sich nicht, und es erfolgte keine merkwürdige Erscheinung.

Als er aber den Luftzünder in Glocken brachte, die gemeine Luft enthielten, so entstand sogleich eine beträchtliche Hitze, ohne Verbrennen, zugleich erfolgte eine Abnahme am Gewichte, welche im ersten Augenblicke schnell genug, nach einigen Minuten aber etwas langsamer ward, und nur erst nach $\frac{3}{4}$ Stunden aufhörte. Diese Verminderung des Umfangs der Luft war stärker, als eine von denen, die er bis dahin erfahren hatte; sie stand nämlich in dem Verhältnisse wie 100 zu $72\frac{1}{2}$, d. h. sie hat mehr als $\frac{1}{4}$ betragen.

Als er ferner den Luftzünder in reine Luft, die in Gefäßen eingeschlossen war, brachte, so entzündete er sich, und brannte mit einem Funkeln, Knistern, und besonders mit einem sehr hellen Lichtglanze und der äußersten Geschwindigkeit; bald darnach stillte sich die Lebhaftigkeit des Brennens, und der Glanz des Lichts nahm allmählig ab, bis endlich nach Verlauf einiger Minuten alles verlosch. Anfänglich bewirkte die starke Hitze eine geringe Zunahme des Umfangs der unter der Glocke befindlichen Luft, aber auf die erste Ausdehnung erfolgte eine schnelle Abnahme, welche selbst wiederum nach der ersten Viertelstunde langsamer ward, und nicht eher aufhörte, als bis die unter der Glocke befindliche Luft bis zu $\frac{1}{7}$ des Raums abgenommen hatte, den sie vor dem Verbrennen des Luftzünders einnahm. Der Rückstand war noch nicht so stark vermindert worden, als es geschehen konnte; das Kalkwasser verminderte ihn noch beynahe um die Hälfte, daß folglich nur $\frac{1}{12}$ oder $\frac{1}{13}$ von dem ursprünglichen Umfange der Luft übrig geblieben war.

Dieser

Dieser letzte Rückstand war noch beynahe reine, vorzüglich zum Athmen taugliche Luft, in welcher von neuem durchs Verbrennen des Pyrophorus $\frac{143}{144}$ des ursprünglichen Umfangs der Luft vom Wasser einsaugbar gemacht wurden.

Hierdurch überzeugte sich Lavoisier, daß bey dem Verbrennen des Luftzünders die vorzüglich zum Athmen taugliche Luft außer dem Antheile, welcher von dem Luftzünder selbst eingesogen ward, sich in fixe Luft verwandelt hatte, welche sich nachher mit dem Wasser verband.

Diese Erfolge, sagt Lavoisier, der Verbrennung des Luftzünders in der reinen Luft verbreiten ein helles Licht über die Erscheinungen bey dem nämlichen Verbrennen in der gemeinen Luft. Die Erfolge seyen beynahe die nämlichen, nur mit dem Unterschiede, daß die atmosphärische Luft nur aus $\frac{1}{4}$ fixer Luft besteht, die vom Wasser eingesogen wird; die $\frac{3}{4}$, welche nach dem Verbrennen und Einsaugen übrig bleiben, sind die Stickluft des Dunstkreises.

Einige andere Umstände bey diesem Vorgange schienen Lavoisier'n zu beweisen, daß ein Theil der reinen Luft vom Luftzünder während des Verbrennens eingesogen werde und sich mit ihm verbinde, und nur der Ueberschuß in fixe Luft verwandelt werde.

1. Geschehe die Verminderung des Umfangs reiner Luft im ersten Augenblicke der Verbrennung des Luftzünders bey weitem schneller, als eine bloße Verbindung der fixen Luft mit dem Wasser erfolgen könnte; man wisse, daß das Wasser überhaupt nur dann geschwind mit fixer Luft angeschwängert werde, wenn man die Luft und das Wasser durch Schütteln zertheile,

theile, und die Berührungsſtellen vervielfältige. Dieſe Umſtände träten unter der Glocke, wo der Luftzünder verbrennt werde, nicht ein, hingegen ſey die beträchtliche Hitze ein beynahe unbedingtes Hinderniß der Vereinigung der fixen Luft mit dem Waſſer.

2. Sey es wohl ausgemacht, daß der Luftzünder während dem Brennen am Gewichte zunehme, daß dieſe Zunahme des Gewichts ſehr ſchnell geſchehe, und der Menge der Luft verhältnißmäßig entſpreche, von welcher man mit einigem Grunde annehmen könne, daß ſie bey dieſem Vorgange eingeſogen werde. Man habe zwar die Gewichtszunahme des Pyrophors der Feuchtigkeit der Luft, welche er anziehe, zuſchreiben wollen; allein, wenn der Luftzünder einmal ſtark erhitzt ſey, wenn er glühend und brennend geworden ſey, ſo könne man nicht mehr annehmen, daß er Feuchtigkeit aus der Luft anziehe, und es ſey einleuchtend, daß dieſe äußerſt ſtarke Hitze ſelbige vielmehr fortjagen und zu Dünſten auflöſen würde, wenn welche in dem Luftzünder befindlich wäre.

Es ſcheine daher gewiß zu ſeyn, daß der Luftzünder während ſeinem Verbrennen einen merkbaren Antheil reiner Luft einſauge und binde. Allein was wird nun aus dieſer Luft? Hierauf antwortet Lavoiſier ſo:

Koſte man den Luftzünder vor dem Verbrennen, ſo ſchmecke man nichts von dem Zuſammenziehenden des Alauns an demſelben, ſondern ſpüre ſtatt deſſen einen ſehr unangenehmen Schwefellebergeſchmack; habe man hingegen denſelben in reiner Luft brennen laſſen, ſo ſey ſein kohliger Stoff völlig verzehrt, er ſehe vollkommen weiß aus, habe einen Theil der zuſam-

sammenziehenden Beschaffenheit des Alauns, und lauge man ihn aus, so erhalte man einen mit seiner Erde überladenen Alaun.

Hieraus sehe man deutlich, daß die Vitriolsäure des Alauns während der Entstehung des Luftzünders zur Beschaffenheit des Schwefels übergehe, während der Luftzünder brenne; nun sey aber der Schwefel eine der zum Athmen tauglichen Luft beraubte Vitriolsäure; folglich könne die Vitriolsäure nicht aus dem Zustande einer Säure in den Zustand des Schwefels übergehen, ohne daß eine Bindung der nämlichen Luft erfolge, und dieß sey das, was man bey den angeführten Versuchen wahrnehme.

Indessen werde man über diese Versuche folgende zwey Fragen thun. Man werde 1. fragen, warum erhalte man, wenn die Vitriolsäure des Alauns vorzüglich zum Athmen taugliche Luft enthalte, durch die Verkalkung desselben mit der Kohle hauptsächlich fixe Luft? und 2. woher komme die entzündbare Luft, welche mit derselben übergehe? Auf die erste Frage antwortet Lavoisier, daß die zum Athmen vorzüglich taugliche Luft durch ihre Verbindung mit den kohligen Stoffen zur fixen Luft werde. Was aber die andere Frage betreffe, so sey die Menge der entzündbaren Luft nicht immer gleich, sondern desto größer, je mehr Kohle angewandt worden sey; diese Luft habe überdem nicht die nämliche Beschaffenheit, wie die, welche man durch Auflösung einiger metallischen Stoffe in der Vitriol- und Salzsäure erhalte; sie sey nicht so entzündbar, brenne mit viel größerer Schwierigkeit und verpuffe fast gar nicht, wenn man sie mit 2 Theilen gemeiner Luft versetze. Eine sehr merkwürdige Eigenschaft, welche diese Luft besitze, sey die, daß sie

durch

durch das Verbrennen zu fixer Luft werde; keine der übrigen entzündbaren Luftarten, welche man durch die Auflöſung der Metalle erhalte, zeige dieſe Erſcheinung, man möge Vitriolſäure oder Salzſäure dazu genommen haben, und, ſtatt bey ihrer Entzündung in fixe Luft verwandelt zu werden, ſchienen ſie Säuren zu geben, welche denen ähnlich ſind, von welchen man ſie erhalten habe. Dieſe Betrachtungen ließen ihm vermuthen, daß es drey Arten entzündbarer Luft gebe, nämlich vitrioliſche, kochſalzige und kreidenartige; von der letzten Art ſey die, welche während der Entſtehung des Luftzünders entbunden werde; da dieſe entzündbare Luft aber beym Brennen auf die gemeine Luft, oder auf den reinen Antheil derſelben, gerade dieſelben Wirkungen, wie die Kohle, äußere, ſo ſey er ſehr geneigt zu glauben, daß ſolche der kohlige Stoff ſelbſt, im Zuſtande von Dämpfen und unter der Geſtalt einer Luft, ſey; aus dem nämlichen Grunde ſchienen ihm die beyden andern entzündbaren Luftarten, die eine eine Art vitrioliſchen Schwefel, die andere, eine Art kochſalzigen Schwefel, im luftförmigen Zuſtande, zu ſeyn.

Um den Stoff, welcher vorzüglich die reine Luft bildet, und bey dem Verbrennen mehrerer Subſtanzen in derſelben eine Säure zuwege bringt, näher kennen zu lernen, hat Lavoiſier noch mehrere Verſuche und Beobachtungen angeſtellt. Außer dem Verbrennen des Phosphors ſey beſonders auch das Verbrennen des Schwefels merkwürdig, und es war ihm hiebey vorzüglich darum zu thun, den Stoff, welcher bey dem Verbrennen des Schwefels mit demſelben eine Verbindung eingegangen war, durch chemiſche Verſuche wieder zu finden. Zu dem Ende brachte er 4 Unzen Queckſilber und 6 Unzen Vitriolſäure in eine gläſerne Retorte, und erhitzte das

Ge

Gemisch im offenen Feuer langsam. Der Hals der Retorte, der sehr lang war, ging in ein Bad von Queckſilber, und die Luft ging in dem Maaße, da ſie erzeugt ward, in lange und enge mit Queckſilber gefüllte Krüge über. Die Auflöſung ging mit einem ziemlich ſtarken Brauſen vor ſich, während welcher eine beträchtliche Menge ſchweflichter Luft entbunden ward. Dieſe Luft behält eine dauerhafte Elaſticität, ſo lange ſie durch Queckſilber geſperrt iſt und mit dem Waſſer in Berührung ſteht, und iſt nur nach Verhältniß der größern oder kleinern Gewichte, welche ſie zuſammenpreſſen, oder der Stufe der Hitze, die ſie erfährt, einer Ausdehnung und Verdichtung fähig.

Dieſe Luft iſt, wie Prieſtley wahrgenommen hat, im Stande, vom Waſſer eingeſogen zu werden; die Verbindung geht langſam, jedoch mit einer merklichen Hitze vor ſich; das Waſſer, welches ſolchergeſtalt mit luftförmiger Schwefelſäure geſchwängert worden iſt, ſieht klar und helle aus, und macht das aus, was man fließende flüchtige Schwefelſäure nennt. Je kälter das Waſſer iſt, deſto beträchtlicher erfolgt die Einſaugung derſelben, hingegen bey der Siedhitze deſſelben fällt die Einſaugung gänzlich weg.

Die erſten Antheile luftförmiger Schwefelſäure, die man erhält, ſind ſehr rein, aber in der Folge finden ſie ſich mit gemeiner Luft, oder wohl gar mit reiner Luft gemiſcht; die beyden Antheile von Luft kann man beſonders gewinnen, wenn man die ſchweflichte Luft mit einem Laugenſalze in Berührung bringt, da ſie dann in einigen Augenblicken eingeſogen wird, und nur der Antheil gemeiner oder vorzüglich zum Athmen tauglicher Luft übrig bleibt.

Hat

Hat man dieſe Verrichtung ſo weit getrieben, daß das Gemiſch beynahe zur Trockenheit gebracht iſt, und treibt alsdann das Feuer ein wenig ſtärker, ſo fährt noch einige wenige luftförmige Schwefelſäure überzugehen fort, aber die Menge reiner Luft, welche zu gleicher Zeit übergeht, nimmt immer mehr und mehr zu; wenn der Rückſtand endlich ganz und gar trocken iſt, ſo muß man das Geräthe verändern, weil das zur Vollendung dieſer Verrichtung nothwendig erforderliche Feuer die Retorte zum Fließen bringen würde, wenn ſie nicht in Sand läge.

Zu dem Ende brachte er 2 Unzen dieſes trockenen Gemiſches in ein beſonderes Geräthe, und gab ein ziemlich lebhaftes Feuer. Während der ganzen Operation ſind 1. ein wenig luftförmige ſchweflichte Säure, welche in der Wanne Waſſer, in welche der Hals der Retorte hineinging, eingeſogen ward, und 2. 91 Zoll ſehr reiner, vorzüglich zum Athmen tauglicher Luft übergegangen.

Das größte Verhältniß von Salpeterluft, das dieſe Luft einſaugen kann, um mit ihr geſättigt zu werden, iſt: 7 Theile gegen 4, und die 11 Theile, welche aus dieſer Miſchung erwachſen, gehen zu $1\frac{1}{8}$ Theil zuſammen, woraus man ſieht, daß die dephlogiſtiſirte Luft des Queckſilbervitriols der größten Stufe der Reinigkeit, zu welcher dieſe Luft bisher gebracht worden iſt, ſehr nahe komme.

In dem Maaße, wie die luftförmige Schwefelſäure und die vorzüglich zum Athmen taugliche Luft entbunden werden, wird das Queckſilber, welches mit ihnen im Queckſilbervitriole gebunden war, laufend wieder hergeſtellt, und geht, da es frey geworden iſt, beym

beym Uebertreiben laufend über; aber nicht alles Quecksilber wird wieder hergestellt, sondern es steigen zwey Arten von Quecksilberkalken in den Hals der Retorte auf, von welchen der eine weiß und salzig, und der andere grau aussieht.

Da nun zur Verrichtung, schließt Lavoisier, nur Vitriolsäure und Quecksilber angewandt werde, und letzteres in einer metallischen Gestalt wieder zum Vorschein komme, so könne die zum Athmen vorzüglich taugliche Luft offenbar nur ein zur Vitriolsäure gehöriges Produkt seyn; man finde also durch die Zerlegung die dephlogistisirte, oder vorzüglich zum Athmen taugliche Luft, bey der Zersetzung der Vitriolsäure wieder, welche dieselbe während der Verbrennung des Schwefels eingesogen habe x).

Durch vervielfältigtere Versuche ward endlich Lavoisier in den Stand gesetzt, alle diese Schlußfolgen allgemein auszudehnen, und zu behaupten, daß die reinste Luft der Grundstoff sey, welcher die Säure ausmacht, und daß dieser Grundstoff allen Säuren gemeinschaftlich sey. Diesen Wahrheiten zu Folge, die er als ausgemacht ansieht, belegt er die dephlogistisirte Luft im Zustande der Verbindung mit dem Nahmen des Säure erzeugenden Grundstoffs (principe acidifiant), *principe oxygene*, Sauerstoffs. Aus seinen umständlichen Erörterungen zieht er folgende Schlüsse:

1. Dieser sauermachende Grundstoff bildet mit Wärme und Lichtstoff die reinste Luft, Priestley's dephlogistisirte Luft.

2.

x) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1777.

2. Derſelbe Stoff macht, mit den kohligen Stoffen oder der Kohle verbunden, die Kreidenſäure oder fixe Luft.

3. Mit dem Schwefel bildet er die Schwefelſäure.

4. Mit der Salpeterluft verbunden macht er die Salpeterſäure aus.

5. Mit dem Urinphosphor die Phosphorſäure, und

6. mit den metalliſchen Stoffen überhaupt die Metallkalke.

Ueberhaupt ergaben ſich aus allen ſeinen Verſuchen dieſe Folgen:

1. Daß, wenn der Sauerſtoff ſich mit einem Körper, von welcher Art ſolcher auch ſey, ohne ihn zu zerlegen, verbindet, er ihn in eine beſondere Säure verwandelt, welche außer den allen Säuren gemeinſchaftlichen Eigenſchaften ſolche, welche ihm eigenthümlich ſind, beſitzt.

2. Daß, was die metalliſchen Stoffe betrifft, er mit den meiſten derſelben zuſammengeſetzte Stoffe ausmacht, welche unter der Benennung der Metallkalke bekannt ſind.

3. Daß der Sauerſtoff, wie alle übrige, ſeine verſchiedenen Verwandtſchaften, und z. B. eine viel ſtärkere Verwandſchaft zum Zucker und den meiſten gewächs- und thieriſchen Stoffen, als zu der Salpeterluft hat, und daß es als eine Folge dieſes Vorzugs geſchieht, daß er dieſe letztern verläßt, um mit jenen Stoffen verſchiedene Arten von Säuren zu erzeugen.

4. Daß die Zahl der Säuren, welche man erzeugen kann, noch ganz und gar nicht bestimmt ist, weil man nicht alle Stoffe, welche sich mit dem Oxygen zu verbinden im Stande sind, und noch weniger die Mittel, welche man, um zu der Verbindung zu gelangen, anwenden kann, kennt.

5. Daß, da die Beschaffenheit der Salpetersäure jetzt besser als ehedem bekannt ist, und das Daseyn zweyer Grundstoffe, nämlich der Salpeterluft und des Sauerstoffs, in dieser Säure beynahe erwiesen zu seyn scheint, solche ein schätzbares Untersuchungsmittel für die Chemie wird, und daraus viel Licht bey der Untersuchung der Gewächse verbreitet werden kann.

6. Daß es nicht unmöglich ist, daß der kohlige Stoff ganz fertig in den Gewächsen vorhanden, und nicht ein Werk des Feuers sey, wie die Chemiker bisher gemeint haben.

Lavoisier suchte seine neue Lehre über die Entstehung der Säure noch mehr durch ein Verfahren, den Phosphor ohne Verbrennung in Phosphorsäure zu verwandeln, zu befestigen. Nicht allein seine Meynung von der Erzeugung der Wärme, sondern auch vorzüglich die Versuche Berthollet's über die Verbindung der Salpetersäure mit dem Phosphor brachten Lavoisier'n auf dieses Verfahren. Nach Lavoisier's Behauptung ist das Verbrennen des Phosphors, um Phosphorsäure zu erhalten, nur ein Nebenumstand; vielmehr sey es gar wohl möglich, dergleichen zu gewinnen, wenn es nur möglich wäre, den Sauerstoff in eine andere Verbindung, von welcher Art solche auch wäre, bringen zu können, in welcher

er nicht, wie in der Luft, durch den Feuerstoff aufgelößt gehalten würde. Die Salpetersäure schien ihm alle die Bedingungen, welche er verlangte, in sich zu vereinigen. Der Sauerstoff sey in derselben sehr häufig vorhanden; er sey mit der Salpeterluft verbunden, hange derselben aber nicht sehr an, woraus er geschlossen habe, daß der Phosphor ihr den Sauerstoff leicht entziehen könne, und er zum Theil Salpeterluft, oder sehr stark rauchende Salpetersäure, und zum Theil Phosphorsäure erhalten müsse.

Zu dem Ende lößte er nach und nach 2 Unzen 6 Quentchen Phosphor in 2 Pfund erhitzter Salpetersäure auf. Anfänglich erhielt er 2 Quentch. 24 Gran ungefärbte, nicht rauchende, sehr schwache Salpetersäure; nachdem die Dämpfe stärker wurden, sahe die Säure, welche überging, gelber aus, und fing an rauchend zu werden; der zweyte Antheil wog 3 Unzen 50 Gran.

Hierauf folgte eine dunkelgrüne noch rauchendere Salpetersäure, als die vorhergehende, und wog 6 Unzen 2 Quentchen.

Die Salpetersäure, welche er nachher erhielt, sahe etwas weniger grün, war nicht so rauchend und wog 5 Unzen $5\frac{1}{2}$ Quentchen; gegen das Ende des Uebergangs dieser Säure nahm die Stärke der rothen Dämpfe beträchtlich ab, und er erhielt nur weiße, kaum rauchende Salpetersäure; dieser letzte Antheil wog 4 Unzen 2 Quent. 6 Gran.

Die in der Retorte befindliche Feuchtigkeit war sodann gänzlich mit Phosphor gesättigt, und die Antheile, welche er hinzuthat, wollten sich durchaus nicht auflösen lassen, ob er gleich den Grad des Feuers sehr ver-

verstärkt und lange damit anzuhalten versucht hatte. Diese Feuchtigkeit sahe gelblich aus, hatte eine dicke ölige Consistenz, und wog 13 Unzen 4 Quentchen. Um die derselben anklebende flüchtige Säure wegzunehmen, brachte er sie in sehr verstärktes Feuer. Hiebey erhielt er anfänglich eine schwache und leichte Salpetersäure, welche immer wässeriger wurde; hierauf folgte ein braunrothes etwas bitteres Wasser, welches nicht mehr sauer war, und mit den Laugensalzen nicht braußte; bey sehr starkem Feuer fingen endlich sehr durchdringende weiße Dämpfe überzugehen an, welche sich in der Vorlage sammelten, und ächte Phosphorsäure waren.

Die in der Retorte zurückgebliebene Feuchtigkeit war wirkliche Phosphorsäure, wie die angestellte Vergleichung mit der, die er durchs Verbrennen mit Phosphor erhalten hatte, zeigte.

Es schien ihm, daß sich mit dem Phosphor $3\frac{1}{2}$ Unze Sauerstoff verbunden habe. Lavoisier fand hierin einen neuen Grund, zu glauben, daß der Stoff des Feuers in dem Phosphore nicht so häufig, als man bisher geglaubt habe, befindlich sey, und der, welcher während der Verbrennung desselben entbunden werde, von der Zerlegung, aber nicht des Phosphors, herkomme.

Indessen sehe er wohl ein, daß die Vertheidiger der Stahlschen Lehre eine andere sehr annehmliche Erklärung von derselben Erscheinung geben werden; sie werden nämlich behaupten, daß bey diesem Vorgange das Brennbare des Phosphors von der Salpetersäure hinweggenommen werde, und diese deßhalb im rauchenden Zustande übergehe; sie wer-

den annehmen, daß dabey eine zweyfache Zerlegung vorgehe, eines Theils, daß ſich die in der Salpeterſäure befindliche dephlogiſtiſirte Luft, oder der Sauerſtoff, mit dem Phosphor verbinde, um ihn in Phosphorſäure zu verwandeln, und andern Theils, das Brennbare des Phosphors ſich nach der Salpeterſäure hinbegebe, um ſie zu rauchender Salpeterſäure zu machen. Er ſey weit entfernt, zu behaupten, daß ſich dieſe Erklärung bey dem jetzigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe nicht behaupten ließe, aber er wolle nur anmerken, daß ſie vorausſetze:

1. Daß die rauchende Salpeterſäure mehr Brennbares als die nicht rauchende enthalte, und

2. Daß dieſer Ueberſchuß des Brennbaren bey dem angeführten Verſuche vom Phosphor herkomme, und dieß ſey eben das, was noch nicht bewieſen ſey.

Ferner hat Lavoiſier die von Scheele oben angeführten Verſuche wiederholt y) und ſie in Anſehung der Erfolge ganz richtig befunden. Nur bemerkt er ganz richtig, daß die Schlüſſe, welche Scheele daraus ziehe, keinesweges aus ſeinen Verſuchen folgten. Sein ganzes Syſtem gründe ſich darauf, daß beym Verbrennen und Verkalken Materie verloren gehe, und dieß ſey der Punkt, welcher feſtzuſetzen nöthig ſey. Zeige er nun aber, daß dieſes Factum falſch, nur eine unzuläſſige Vorausſetzung ſey, welche der Erfahrung widerſpreche, ſo werde auch das ganze ſinnreich erdachte Syſtem falſch ſeyn.

Lavoiſier hatte eine beſtimmte Menge Zinn in große gläſerne Retorten gebracht, dieſelben hermetiſch verſie-

y) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1781.

versiegelt, sie abgewogen und in Feuer gebracht, welches hinreichte, das Zinn in Fluß zu bringen und zu verkalken. Als er nach dem Verkalken die Retorten wieder wog, ehe er sie öffnete, fand er, daß sie weder am Gewichte ab- noch zugenommen hatten. Hätten sich nun aber nach Scheele die Luft und das Phlogiston während dem Verkalken mit einander verbunden, wäre das dadurch hervorgebrachte Feuer durch die Poren der Gefäße davon gegangen, so hätte das ganze Gewicht abnehmen müssen, und da dieß nicht erfolgt sey, so folge daraus unwidersprechlich, daß Scheele von einer falschen Voraussetzung ausgegangen sey.

Die Frage sey also nicht diese, was aus der Luft beym Verbrennen, Verkalken und andern analogen Operationen werde? denn es sey offenbar, daß sie sich mit dem Rückstand verbinde, und daß man sie entweder in der Materie wiederfinde, mit der man den Versuch angestellt hat, oder in den luftförmigen Flüssigkeiten, die sich gebildet haben; sondern die, woher der Stoff der Wärme, des Feuers und der Flamme komme? ob man ihn der Zerlegung des brennenden Körpers oder der Luft, ohne welche keine Verbrennung statt finde, zuschreiben solle? Dieses sey der Streitpunkt nach den neuern Entdeckungen.

Außer den Hrn. Priestley, Lavoisier, Scheele haben sich noch besonders die Hrn. Fontana, Volta, Bergmann, Cavendish, Ingenhouß und mehrere andere mit Untersuchungen über die verschiedenen Luftarten beschäftigt.

Schon im Jahre 1765. wurde dem Hrn. Franklin, als er durch Newjersey reiste, erzählt, daß sich die Luft über verschiedenen stehenden Gewässern daselbst

mit dem Lichte anzünden lasse; auch ward im Jahre 1764. an D. Chandler in London geschrieben, daß sich diese Erscheinung in einem gewissen Mühlteiche in Newjersey zeige, und die Entdeckung von ohngefähr durch des Müllers Leute gemacht worden sey. Nachdem endlich Priestley die brennbaren Gasarten näher entwickelt hatte, wurden mit der Zeit mehrere Gattungen dieser Art entwickelt. In den Sümpfen, Pfützen und stehenden Gewässern, wo viele Pflanzen, Schilf und dergl. modern, trifft man in dem Schlamme des Grundes eine brennbare Luftart an, welche den besondern Nahmen Sumpfluft führt. Volta [z]) hat besonders darauf aufmerksam gemacht, und gezeigt, wie man dieß Gas gewinnen könne. Man füllt nämlich eine Flasche mit Wasser an, kehrt sie im Wasser eines stillstehenden Sumpfes um, bringt einen Trichter in die Oeffnung derselben, und rührt mit einem spitzigen Stocke im Grunde, so steigt die Sumpfluft in Blasen auf, und wird auf diese Weise in Flaschen gewonnen. Eine noch bequemere Methode, die Sumpfluft mit einer an einem Stocke gebundenen Blase aufzufangen, beschreibt Ingenhouß [a]).

Die Sumpfluft ist zwar leichter als die gemeine, aber weit schwerer als andere brennbare Gasarten.

Scheele hatte bey Gelegenheit seiner Einwürfe gegen die Priestleysche Theorie der Respiration behauptet, daß die brennbare Luft sehr wohl athmenbar sey,

z) Lettere sull' aria inflammabile nativa delle paludi. Como 1776. 8. Alex. Volta Briefe über die entzündbare Luft, die aus den Sümpfen entsteht. Zürich 1778. 8.

a) Vermischte Schriften ꝛc. Wien 1784. 8. B. I. Num. II. S. 300.

sey, und durchs Athmen ihre Entzündbarkeit verliere. Dadurch wurde Fontana [b]) veranlaßt, den Versuch an sich selbst anzustellen. Er fand hiebey, daß Vermischung mit gemeiner Luft die brennbare wirklich einathmenbar macht, und daß dazu schon die Quantität gemeiner Luft hinreichend sey, die in den Lungen eines Menschen nach einem gewöhnlichen Ausathmen noch zurückbleibt. Er konnte auf diese Art einige Züge brennbare Luft athmen, und fühlte dabey sogar eine besondere Leichtigkeit; als er aber nach einem starken und reinen Ausathmen brennbare Luft aus einem großen Gefäße einzog, sank er beym dritten Athemzuge kraftlos auf die Kniee nieder. Auch ward durch die Respiration der Thiere, welche in brennbarer Luft starben, die Entzündbarkeit derselben nicht vermindert, außer wenn der Theil der entzündbaren Luft zu klein war, und sie daher mit allzuviel gemeiner Luft aus den Lungen der Thiere gemischt ward. Dadurch wurden Scheele's Behauptungen völlig widerlegt, und zugleich die Veranlassung von seiner Täuschung entdeckt.

Macquer und Montigny fanden, daß die brennbare Luft aus Eisen und Vitriolöl den Silber-, Queckſilber-, und Bleyauflösungen diejenige braune und schwarze Farbe sehr geschwind und leicht mittheile, welche den Anfang der Reduktion anzeigt; hieraus schlossen sie, daß die brennbare Luft Phlogiston enthalte. Chaussier [c]) entdeckte, daß man in der brennbaren Luft keine Metalle verkalken, wohl aber Bley-

b) Philosoph. Transact. Vol. LXIX.

c) *De la Fond* essai sur differ. espec. de l'air. p. 282. sq.

Bleys, Eiſens und Queckſilberkalke, ohne einen weitern Zuſatz, wieder herſtellen könne. Hieraus ſchloß er, daß die Gegenwart des Phlogiſtons in dieſer Gasart außer allem Zweifel ſey. Nach ſeiner Meynung iſt es darin durch reine Luft verbunden. Nach Richard Kirwan [d]) iſt die brennbare Luft das Phlogiſton ſelbſt; er erklärt ſie daher für einen elementariſchen Stoff. Allein Senebier [e]) behauptet gegen Kirwan, daß die brennbare Luft aus dem zu ihrer Entbindung gebrauchten Salze, Phlogiſton und Waſſer beſtehe. Kirwan zeigt aber in den Anmerkungen, daß der Antheil Salz höchſt unbeträchtlich und bloß zufällig ſey.

Uebrigens fand Cavendiſh [f]) die brennbare Luft zehnmal, Fontana funfzehnmal, Sigaud de la Fond ſechsmal leichter, als die gemeine Luft. Dieſe Verſchiedenheit in Anſehung ihrer Schwere iſt keinesweges zu bewundern, da ſchon Herbſt [g]) erwies, daß es verſchiedene Arten von brennbarer Luft gebe. Selbſt ſchon aus einerley Stoffe erhält man einen Unterſchied in der Menge und dem Verhältniſſe des brennbaren und fixen Gas, je nachdem man die Operation

d) Experienc. and obſervations on the ſpecific gravities and attractive powers of various ſaline ſubſtances. Lond. 1781. 4. Concluſion of the Experienc. and obſervat. eb. 1783. 4. Deutſch von von Crell. Berl. und Stettin 1783. 8. 2tes Stück 1785. 8.

e) Recherches analytiques ſur la nature de l'air inflammable. Geneve 1784. 8. überſetzt von von Crell mit Kirwans Anmerk. Leipz. 1785. 8.

f) Philoſoph. Tranſact. Vol. LVII.

g) De aere, fluidisque ad aeris genus pertinent. Propoſ. 25. p. 123.

ration bey langsamer und allmähliger, oder bey schneller und rascher Erhitzung unternimmt [h]).

Bergmann [i]) entdeckte auch die sogenannte Schwefelleberluft, hepatisches Gas. Er erhielt sie zuerst aus der schwarzen Blende, einem schwefelhaltigen Zinkerze, durch aufgegossene Vitriolsäure. Nachher fand er, daß man diese Luft aus allen Schwefellebern durch Aufgießung einer Säure, vorzüglich der Salzsäure, ziehen könne, aber nicht durch Salpetersäure.

Scheele [k]), der mit dieser Luft ebenfalls Versuche anstellte, gewann sie auch aus Kohlenstaub und Schwefel, und aus Baumöl und Schwefel durch starke Hitze. Er fand an ihr folgende Eigenschaften:

1. Sie hat den ausnehmend starken stinkenden Geruch der faulen Eyer oder der aufgelößten Schwefelleber; er nannte sie daher stinkende Schwefelluft.

2. Präcipitirt sie das Kalkwasser nicht.

3. Wird sie vom Kalkwasser in ziemlicher Menge absorbirt, welches einen starken hepatischen Geruch bekommt, und etwas süßlich schmeckt.

4. Ein brennendes Licht, welches man in ein mit dieser Luft angefülltes Glas hineinbringt, wird sogleich ausgelöscht. Wird aber der dritte Theil des Glases damit angefüllt und der übrige mit atmosphärischer Luft, und fährt man alsdann mit einem Lichte hinein, so

h) Mémoir. sur l'air inflammable tiré des differentes substances, redigé par M. *Minkeler*. à Louvain 1784.

i) De mineris zinci §. 8. 9. in opuscul. Tom. II.

k) Von Luft und Feuer. Leipz. 1782. S. 159. 163.

ſo entzündet ſie ſich, und das Glas wird mit einem weißen dicken Nebel angefüllt; dieſe Luft riecht alsdann ſtark nach flüchtigem Schwefelſpiritus, und es ſetzt ſich ein weißes Pulver, welches wahrer Schwefel iſt.

Nach Bergmann und Scheele beſteht das hepatiſche Gas aus Hitze, Phlogiſton und Schwefel.

Prieſtley hatte behauptet, daß ſeine dephlogiſtiſirte Luft einen erdigen Beſtandtheil und eine Säure enthalte. Dagegen hat aber Fontana [1]) das Daſeyn einer Erde in dieſer Luft beſtritten, weil bey der Verwandlung des Queckſilbers in rothes Präcipitat, und der Wiederherſtellung aus demſelben, nichts am Gewichte verloren geht, und obgleich Prieſtley einen ſolchen Verluſt wirklich beobachtet zu haben glaubt, ſo hat er dagegen auch bey ſeinen Verſuchen ein ſo heftiges Feuer angewandt, daß daſſelbe leicht einen Theil des Präcipitats hat verflüchtigen und dadurch den Verluſt am Gewichte veranlaſſen können.

Ueber die Natur der Salpeterluft hatte man die Meynung, daß ſie aus Salpeterſäure und Phlogiſton beſtehe. Allein Lavoiſier hält ſie für eine ihres Waſſers und ihrer reinen Luft beraubte Salpeterſäure, aus Verſuchen, welche oben angeführt ſind. Macquer ſuchte aber zu zeigen, daß Lavoiſier hieben die Zerſetzung der Säure bey der Auflöſung willkührlich angenommen habe, und daß weit wahrſcheinlicher im Salpetergas die noch unzerſetzte Säure durch etwas gebunden ſey, was ſie hindere, ſich als Säure zu zeigen, welches nichts anders, als das Phlo-

1) Recherches phyſiques ſur la nature de l'air dephlogiſtique.

Phlogiston seyn könne. Macquer beruft sich hiebey auf die von Lavoisier selbst bemerkten Umstände, daß die Wiederherstellung des Queckſilbers mehr reine Luft gab, als die Auflösung Salpetergas gegeben hätte; daß das Salpetergas schon von der Hälfte der erhaltenen reinen Luft gesättigt ward, und daß am Ende der ganzen Operation fast die Hälfte der vermeintlich zersetzten Salpetersäure fehlte.

Kirwan [m]) hat die Verminderung der respirablen Luft durch Salpetergas für einen Uebergang in fixe Luft, die vom Wasser verschluckt würde, ansehen wollen.

Fontana [n]) beweißt aus Tropfen, die sich in einer mit Eis umgebenen und mit Salpetergas angefüllten Glocke ansetzten, daß dieses Gas etwas Wasser enthalte.

Nach Bergmann [o]) gibt die Salpetersäure mit Phlogiston gesättigt, wie beym Verpuffen, eine Substanz, die sich durch plötzliches Verbrennen augenblicklich zersetzt; mit etwas wenigerm Phlogiston wird sie Salpetergas, und mit noch wenigerm salpetersaure Luft.

D. Prieſtley [p]) fuhr indessen fort, seine vorherigen Versuche zu vervielfältigen, und gab sie in zwey

m) Exper. and obſervat. on various saline ſubſtances, nach von Crell's Ueberſetzung. S. 105.

n) Richerche fiſiche ſopra l'aria fiſſa &c. Firenze 1774. Physikaltſche Unterſuchung über die Natur der Salpeterluft, der vom Brennbaren beraubten Luft und der fixen Luft; überſ. von Waſſerberg. Wien 1777. 8. S. 11. f.

o) De attract. electio. §. 14. 15.

p) Experim. and obſervat, relating to various branches of natural Philoſophy with a coutinuation of the obſervations

zwey andern Theilen heraus, welche an neuen Entdeckungen ebenfalls sehr reichhaltig sind. Der erste Theil fängt mit einer Einleitung an, in welcher einige neue Werkzeuge beschrieben sind: ein Bret, walzenförmige Gefäße in die Wanne zu stellen, unten trichterförmig ausgehöhlt, mit einer $\frac{1}{4}$ Zoll weiten Oeffnung nach oben und drey umgebogenen Blechen, auf welchen es hängt, und durch untergeschobene Klötze höher oder niedriger zu halten und eine Glasröhre über demselben zu tragen; ferner ein Gestelle, einen Trichter unter dem Wasser höher oder niedriger zu halten, und eine Glasröhre über demselben zu tragen; weiter ein hölzernes Gehäuse, in einem Gefäße mit Quecksilber stehende Röhren anzulehnen; noch weiter ein walzenförmiges Gefäß von Eisenblech, nebst einem von Drath, Kohlen dazwischen zu legen, und im Innern einen Theil eines Glases zu erwärmen; endlich ein gleichschenklichter gläserner Heber, jeder Schenkel mit einem Drathe, deren Knöpfe etwa $\frac{1}{2}$ Zoll von einander bleiben, elektrische Funken durch einen beliebigen Stoff gehen zu lassen, welchen man zuvor in den mit Quecksilber gefüllten, und in zwey eben damit gefüllte Näpfe gestellten Heber hat hinaufsteigen lassen. Hierauf folgen seine Wahrnehmungen in folgenden Abschnitten:

1. Beobachtungen über die Salpetersäure, vornämlich über ihre Farbe. Seine Versuche bewiesen, daß die Ursache der letztern entweder in dem Brennbaren, oder der bloßen Hitze zu suchen

vations on air. Lond. 1779. 8. Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturlehre; nebst fortgesetzten Beobachtungen über die Luft. A. d. Engl. Leipz. 1780. 8. 1782. 8.

suchen war, auch mit dieser sich wieder verlor, aber durch anhaltende Hitze dunkler ward, und selbst in hermetisch verschlossenen Gefäßen eben so, wie vom Brennbaren, verändert ward, und so angegriffen zu werden schien, daß das in ihr enthaltene Brennbare entwickelt, und durch die Verbindung mit demselben eine größere Feuchtigkeit und in Ansehung des Lichts eine besondere brechende Kraft bewirkt wurde. So ward starker bleicher Salpetergeist in zugeschmolzenen Röhren durch Hitze pommeranzenfarbig; grüner eben so, in der Kälte aber wieder grün; blaßblauer ward weiß, dunkelblauer in mäßiger Hitze dunkelgrün, beym Erkalten wieder blau, in anhaltender Hitze dauernd gelb; sehr blasser und stärker stieß rothe Dämpfe aus, welche durch die Hitze in einiger Entfernung gehalten wurden, und ward selbst ungefärbt, wie Wasser, da er im Gegentheil in gelinder Wärme, wo die Dämpfe nicht stiegen, pommeranzenfarbig ward. Die mit den Dämpfen angefüllten Röhren wurden, wie die mit den Dämpfen einer Wismuthauflösung angefüllten, durch Erhitzung jedes beliebigen Theils an denselben dunkelpommeranzenfarbig, oder roth; ungefärbte Salpetersäure ward vom Korke rauchend und gelb, und dann schneller durch die Hitze verändert; in einer kurzen Glasröhre in einer Sandkapelle ward ungefärbte einmal in einer Nacht roth, wie rothe Dinte, und blieb auch so. Auch durch Abziehen über frischen Salpeter ward Salpetergeist dunkler gefärbt und stärker rauchend; mit Kupfer gaben 8 Gran ursprünglich bleicher Salpetersäure 14 Unzenmaaß durch Hitze ihrer Farbe beraubte, über Salpeter abgezogene und durch Hitze gefärbte 11 Unzenmaaß Salpeterluft; an freyer Luft verlor der Salpetergeist seine Farbe auch, ohne viele Säure zu verlieren, und

nahm

nahm mehr als doppelt zu. Wenn die Säure in den Röhren nach der Erhitzung beym Erkalten blaſſer ward, ſo ſetzte ſie einen weißen Stoff ab, welcher durch die Hitze in weißen Dämpfen ſich verflüchtigte, den Salzgeiſt gelb färbte, und vielleicht von einer Zerſtörung der Säure herrührte, welche ſich dabey verminderte; auch die ungefärbten Dämpfe der Salpeterſäure phlogiſtiſirten gemeine Luft.

2. Vom ſalpeterſauren Dampfe. Als er Vitriolöl mit ihm ſchwängerte, ſo fand er wider ſein Erwarten etwa nach 6 Monathen dieſe Miſchung ganz zu eisähnlichen Kryſtallen angeſchoſſen, welche ſich im Waſſer mit heftigem Aufbrauſen auflößten, und ſolches grün färbten, wobey dem Volumen nach 100mal ſo viel reine Salpeterluft, als das Eis betrug, entwickelt ward; in der Hitze gab dieß Eis einen rothen Dampf von ſich, und ſchoß beym Erkalten wieder an, jedoch nicht, wenn es einige Zeit geſotten hatte. Anderes nicht völlig mit ſalpeterartigen Dämpfen imprägnirtes Vitriolöl, das beynahe ein ganzes Jahr geſtanden hatte, zeigte keine Kryſtalle, aber nach einmaliger Oeffnung der Flaſche erſchienen am folgenden Tage ſchöne federige Kryſtalle, und die rückſtändige Flüſſigkeit glich dem rauchenden Salpetergeiſte. Die ſtärkſte Schwefelſäure nach der Schwängerung mit ſolchen Dämpfen ſchoß am leichteſten an, welches hier auf einer ſtärkern Verwandtſchaft der Salpeterſäure zum Waſſer zu beruhen ſchien. Nunmehr füllte Prieſtley einige Röhren mit einer geringen Portion Mennige, welche durch die Imprägnation mit Salpeterdämpfen weiß geworden war, brachte ſie ins Feuer, und ließ die rothen Dämpfe ſo lange aufſteigen, bis die oben verſchloſſenen Röhren ganz damit angefüllt waren,

waren, dann schmolz er auch die untern Oeffnungen zu. Eine solche Röhre in die Hitze gebracht nahm eine dunkelere Farbe an, beym Abkühlen ward sie aber wieder blasser. Phosphorsäure und Grünspangeist ließen sich leicht mit Salpeterdämpfen sättigen; erstere ward dunkel Indigblau, letzterer hellblau; Salzgeist ward durch Sättigung mit frischer Mennige gelb, durch nachfolgende Schwängerung mit Salpeterdämpfen dunkelpommeranzengelb; mit einer vom Salzgeiste weiß gewordenen Mennige imprägnirter Salzgeist ward dadurch hellblau; mit dem rothen Niederschlage gesättigter Salzgeist grün, mit Zinkblumen gesättigter dunkler als himmelblau, aber nicht so dunkel als die Phosphorsäure.

3. Einige Erscheinungen bey der Auflösung der Metalle in der Salpetersäure. Bey der Auflösung des Queckſilbers ließ sich erst dann Salpeterluft auffangen, wenn die Säure dunkelpomeranzenfarbig geworden war, indem die zuvor erzeugte durch die Säure gleich wieder zerlegt ward, verdünnte that solches weniger. Mit Kupfer gab blasser Salpetergeist langsam wenige, pommeranzenfarbiger, ebenfalls mit Wasser geschwächter, sogleich viele Salpeterluft, starker zur Hälfte mit Wasser geschwächter Salpetergeist, der völligen Auflösung ungeachtet, keine.

4. Von den Veränderungen, welchen die Salpeterluft unterworfen ist. Sie scheine mit der brennbaren Luft gleich viel Phlogiston in gleichem Umfange, jedoch verschieden verbunden, zu enthalten, da es unter verschiedenen Umständen entbunden werde. Anhaltendes Erhitzen in zugeschmolzenen Glasröhren, Erhitzen über Queckſilber bis zum

Dampfen desselben, und durchstreichende Wasserdämpfe, benahmen ihr nichts von ihrem Vermögen, atmosphärische Luft zu vermindern. Die Auflösung des grünen Vitriols sog sie durch Schütteln weit geschwinder ein, als Wasser fixe Luft, und schien von einem zehnfachen Maaße noch nicht gesättigt zu seyn, sah davon schwarz, gegen die Flamme eines Lichts roth aus, schmeckte sauer, verlor die Schwärze an freyer Luft, und setzte am Boden des Gefäßes große grüne, in einem sehr hohen schwärzere Krystalle ab, dergleichen Veränderungen auch einige Tropfen der Säure selbst bewirkten. Natürliches Stahlwasser ward von der Salpeterluft bräunlich, künstliches gelbgrün, daß also die Haupterscheinung auf einer Verwandtschaft der Salpetersäure zum Eisen beruhte. Mit Kupfer oder Eisen bereitete Salpeterluft wirkte auf dieselbe Art. Die Auflösungen des blauen und weißen Vitriols wurden auch von beyden gleich schwarz, erstere ins Dunkelgrüne, letztere ins Braune fallend, und hatten ohngefähr $\frac{1}{4}$ Salpeterluft eingesogen; auch nach Absetzung des weißen Niederschlags ward letztere durch Schwängerung mit Salpeterluft schwarz; Salzgeist veränderte die Farbe dieser Auflösungen nicht; an der Luft verloren auch sie ihre Schwärze wieder, und mit schwarz gewordener Auflösung des grünen Vitriols eingeschlossene Luft ward nach einer Woche so phlogistisirt gefunden, daß 1 Maaß mit 1 Maaß Salpeterluft den Raum von 1,92 Maaß einnahm. Die Auflösung des grünen Vitriols bewirke also eine stärkere Zerlegung der Salpeterluft wegen der stärkern Verwandtschaft der Salpetersäure zum Eisen, als zum Kupfer und zum Zinke; überdieß scheine es auch, daß in der Salpeterluft wenig oder wohl gar keine Eisenerde zu finden sey, und daß, wenn auch eine solche

Erde

Erde darin vorhanden seyn sollte, sie doch mit dem Phlogiston nicht verbunden oder nicht in metallischer Gestalt zugegen sey. Denn diese Luft werde durch die darin vorhandene Salpetersäure zersetzt, lasse das Phlogiston, mit dem sie bereits verbunden war, fahren, und vereinige sich dagegen mit dem in der Auflösung vorhandenen Eisen; da zu gleicher Zeit das Phlogiston, welches sich in der Salpeterluft befunden, eine mitwirkende Ursache der Schwärze der Auflösung werde. Daß die schwarze Farbe der Auflösung des grünen Vitriols nicht von irgend einer so eigenen Affinität mit dem Phlogiston herrühre, daß sie die Salpeterluft zersetzt, indem sie das Phlogiston aufnimmt, schien daraus zu folgen, weil die Dämpfe einer Mischung aus Eisenfeilspähnen und Schwefel die Farbe aller drey Auflösungen nicht veränderten, ob gleich ihr Brennbares gleich entbunden und von der Luft verschluckt, diese auch phlogistisirt ward. Auch ward die Farbe des grünen Thees von der Salpeterluft nicht geändert.

Priestley fand ferner, daß die Salpeterluft nicht, wie er vorher vermuthet hatte, allmählig, sondern sehr schleunig mit einer verschiedenen Verminderung in den Zustand der phlogistisirten Luft überging. Durch eine Mischung aus Eisenfeil und Schwefel bis auf $\frac{1}{2}$ ihres ursprünglichen Volumens vermindert, hatte sie ihr Vermögen, die gemeine Luft zu verringern, behalten; bis auf $\frac{1}{4}$ vermindert brannte ein Licht noch eben so gut in ihr, wie in gemeiner Luft, ward aber durch frische Salpeterluft nicht vermindert, griff auch gemeine Luft so wenig an, daß 1 Maaß von beyden zusammen 1,85 Maaß ausmachten; überdem hatte sie auch keine Eigenschaft der fixen Luft erhalten.

Durch den Salpetergeiſt ward ſie eben ſo vermindert, aber geſchwinder, und, bey einer Abnahme bis auf $\frac{1}{12}$ oder $\frac{1}{15}$, zu phlogiſtiſirter verändert. Durch die Abſorption einer Auflöſung des grünen Vitriols ſo weit vermindert, daß nur $\frac{1}{4}$ übrig blieb, griff ſie gemeine Luft noch eben ſo ſtark an, wie zuvor. In einer Blaſe bis auf $\frac{1}{4}$ vermindert, nahm 1 Maaß von ihr mit 1 Maaße gemeiner Luft den Raum von 1,75 Maaß ein, und ſie löſchte alsdann ein Licht aus, ohne daß eine Flamme zum Vorſchein kam; war aber nur ein wenig mehr verſchluckt worden, ſo war der Ueberreſt bloß phlogiſtiſirte Luft.

Vermiſche man übrigens gemeine Luft mit Salpeterluft, ſo werde ſie zum Theil phlogiſtiſirt, und der Salpetergeiſt verſchlucke nur die überflüſſige Salpeterluft; folglich bleibe ein Reſt, der mit phlogiſtiſirter Luft mehr verdünnt ſey. Ein Maaß einer Miſchung von $1\frac{1}{2}$ gemeiner und 2 Maaß Salpeterluft betrug mit 1 Maaß gemeiner Luft 1,36 Maaß, und, als hievon Salpetergeiſt $\frac{1}{3}$ verſchluckt hatte, 1 Maaß mit eben ſo viel gemeiner Luft 1,8 Maaß.

Eine glühende Holzkohle verſchluckte die Hälfte der Salpeterluft und die nachgebliebene hatte an ihrem Vermögen, gemeine zu vermindern, keinen merklichen Abgang erlitten, welches ſie hingegen bey der Verminderung über Waſſer Stuffenweiſe verlor, ja zuletzt phlogiſtiſirt ward; auch durch Bewley's Luftzünder ward ſie phlogiſtiſirt; imgleichen auch, wenn ſie durch den großen rauhen Weiderich bis auf $\frac{1}{10}$ vermindert war.

5. Von der Anſchwängerung des Waſſers mit den Dämpfen der Salpeterſäure.

Reine

Reine Salpetersäure ward über destillirtem Wasser der Salpeterluft ausgesetzt, und, als diese absorbirt war, mehrere zugelassen; sobald die Salpeterluft eine blaue Farbe erhielt, fing das zunächst gränzende Wasser zu perlen an und gab beym Uebertreiben und Abdampfen viel erdigen Rückstand, welcher vom Salzgeist aufgelößt ward und ihn dunkelpommeranzengelb färbte.

6. Bemühungen, thierische Körper in Salpeterluft aufzubewahren. Priestley versuchte, ob die schon vorher erkannte fäulnißwidrige Kraft der Salpeterluft zum wirthschaftlichen Behufe genutzt werden könnte; er war aber nicht sehr glücklich, indem die Salpeterluft Fleischspeisen zwar gegen Fäulniß bewahrte, selbige aber, bey einer langen Aufbewahrung in derselben, endlich doch einen höchst widerlichen Geruch und Geschmack erhielten. Herr Millmann hatte wahrgenommen, daß Galle durch Anschwängern mit fixer Luft viel länger als gewöhnlich gegen die Fäulniß bewahrt ward; durch Anschwängerung der Ochsengalle mit Salpeterluft aber ward sie nach einiger Zeit faul.

7. Vermischte Versuche über Salpeterluft. Vom Olivenöle ward sie in einigen Tagen fast ganz verschluckt, und dieses gleichsam wie gefroren geronnen. Er vermuthete, daß wenn Salpeterluft in einem größern Verhältnisse, als zu völliger Sättigung der gemeinen Luft mit Phlogiston erforderlich sey, mit gemeiner Luft gemischt wird, die überflüssige Salpeterluft sich alsdann eher vom Wasser verschlucken lasse, als reine Salpeterluft. Diese Art der Mischung bewirkte einen beträchtlichen Unterschied in dem Maaße der Luftmischungen, indem solche desto weniger Raum einnahmen, je langsamer die Mischung vor sich ging.

8. Von der Farbe der Seeſalzſäure. Dieſe rühre mehrentheils von einer Schwängerung mit einem erdigen Stoffe her, nicht vom Brennbaren.

9. Von der Anſchwängerung der Seeſalzſäure mit verſchiedenen erdigen Subſtanzen. Salzgeiſt löſte vielen Eiſenroſt mit Aufwallen auf, ohne ſonderliche Hitze, gab dabey entzündbare Luft, und ward nachher grün; die geſättigte Auflöſung gab beym Abrauchen bis zur Trockniß ungefärbte Dämpfe, und ließ einen wieder in Salzgeiſt auflöslichen Ocher zurück. Zinkblumen löſte er in Menge mit groſser Hitze und Aufwallen auf, gab einen ſchwarzen Bodenſatz und ward weiß wie Waſſer; auch benahmen ſie den durch Eiſenroſt gefärbten ſeine Farbe. Mennige ward weiß und färbte ihn gelb, ward auch zum Theil, wie die weiße, vom friſchen allein, ohne Färbung, aufgelöſt. Mit Salzgeiſt oft abgewaſchene Mennige gab aus einer gläſernen Retorte durch Hitze kaum etwas feſte, und nur gerade ſo viel dephlogiſtiſirte Luft, als ſie vor Aufgieſsung des Salzgeiſtes gegeben haben würde. Rother Präcipitat ward mit vieler Hitze ohne Aufwallen aufgelöſt; etwas blieb ſchwarz zurück und die Säure ward klar. Galmei löſte ſich ohne Hitze und Färbung auf; rother Spieſsglanz, Wolfram und Arſenik ward nicht angegriffen; auch der künſtliche Zinnober nicht ſogleich, jedoch nach einiger Zeit die Säure gelb gefärbt. Weiſser Kalk und gebrannte Bitterſalzerde wurden in Menge aufgelöſt, und färbten den Salzgeiſt Strohgelb; Glas ward nicht merklich angegriffen, ſchien jedoch von eingeſchloſſenem durch Kochen zum Theil aufgelöſt zu werden, und färbte ihn eben ſo; vom Pfeifenthone ward er ſchön gelb; Gyps, Speckſtein, Kieſel, Zeolith, ſchalen-

schalenartiger Flußspath, russisches Flauenglas, Weinsteinrahm, Sedativsalz, Borax, und der schwarze Rückstand von der Bereitung des Aethers, wurden vom Salzgeiste nicht angegriffen.

10. Von der Wirkung einer lange unterhaltenen Hitze auf den Salzgeist in hermetisch versiegelten Glasröhren. Er löste hiebey das Glas selbst auf, griff auch Metallstoffe, z. B. den Bleykalk, leichter an und ward mit ihnen zu einem festen Körper; seesalzsaure Luft erzeugte weiße Rinden, hatte $\frac{7}{8}$ verloren, und von dem Reste schluckte Wasser die Hälfte ein und ließ phlogistisirte Luft zurück.

11. Von der Wirkung einer lange unterhaltenen Hitze auf verschiedene Körper, die Salzgeist bey sich führen. Die Versuche wurden ebenfalls in verschlossenen Glasröhren angestellt: die Auflösung des Eisenrosts setzte eine weiße Rinde ab, und die Auflösungen des rothen Präcipitats und der Zinkblumen gaben in stärkerer Hitze endlich auch Rinden weißer Krystalle. Kochsalz in Wasser aufgelöst gab auch Rinden, welches in der Folge von abgesetzter Erde erklärt wird.

12. Versuche, um verschiedenen in der Seesalzsäure gemachten Auflösungen ihre Farbe zu benehmen. Der schwarze Rückstand von dem mit Vitriolöl zur Entbindung einer Luft geführten Weinsteinrahm, so wie auch der Rest einer solchen nicht gebrannten Mischung, benahm gelbem Salzgeiste bey der Auflösung in demselben alle Farbe, auch bloß verkohlter Weinsteinrahm, imgleichen Weinsteinsalz, und erstere bewirkten dabey einen Schwefel-

lebergeruch. Priestley versuchte daher auch Schwefelleber, welche ebenfalls alle Farbe niederschlug, was er vom Brennbaren herleitet, obgleich Zinkblumen sie auch benahmen. An freyer, ja von weniger mit eingeschlossener Luft erhielt der Salzgeist seine Farbe wieder, und die Luft ward sehr verdorben.

13. Von der Vitriolsäure. Nach seiner Meynung ist der in derselben enthaltene erdige Stoff ihr nicht wesentlich eigen. Eine anhaltende Hitze veränderte sie nicht merklich, doch ward das Glas etwas angefressen.

14. Von der flüchtigen Vitriolsäure und der vitriolsauren Luft. Mit letzterer gesättigtes Wasser gab mit Alaunerde Alaunkrystalle für sich allein in geschmolzenen Glasröhren im Sandbade, zuletzt spießige Schwefelkrystalle, dergleichen auch mit ihr geschwängerter Weingeist, ja die vitriolsaure Luft allein, zeigten; mit derselben geschwängertes Terpentinöl ward braun und mit einer weißen Rinde bedeckt; Thran ward schwarz und setzte eine schwarze Rinde ab. Nach Priestley's Meynung war also die saure Luft durch die Hitze zu festen Krystallen zusammengedrängt worden.

15. Von der Phosphorsäure. Die durchs Zerfließen des Phosphors enthaltene Säure gab für sich durch Hitze keine Luft, auch nicht durch Kochen mit Queckſilber und Weingeist, phlogistisirte auch hiebey die mit eingeschlossene gemeine Luft nicht; das Eisen lößte sie aber auf, besonders mit einiger Erhitzung, und bewirkte brennbare Luft, so wie auch durch Auflösung der Mennige; in zugeschmolzenen Röhren erhitzt griff sie das Glas an und bildete mit demselben feste Ansätze.

16.

16. Beobachtungen über das schwarze Pulver, welches aus unreinem Queckſilber durch anhaltende Bewegung hervorgebracht wird. 12 Pfund Queckſilber hatten bey dieſem Verfahren ohngefähr 1 Unze deſſelben abgeſetzt, welches durch die Hitze viel fixe Luft gab, und die übrige ward von der Salpeterluft nicht ſo ſehr, als gemeine, angegriffen; ein Theil ward hiebey zu laufendem Queckſilber, der übrige aber gelb. Reines Queckſilber lieferte durch Schütteln mit Sand u. dergl. kein ſchwarzes Pulver; aber ſolches, in welchem Bley aufgelößt war, ward ſehr bald damit bedeckt, und dabey die eingeſchloſſene Luft phlogiſtiſirt, ſo daß ſie ein Licht verlöſchte; in entzündbarer, phlogiſtiſirter und Salpeterluft ward kein ſchwarzes Pulver erzeugt und ſelbige nicht geändert, dephlogiſtiſirte aber beförderte die Erzeugung ſehr ſchnell und ward ſo lange vermindert, bis weniger als $\frac{1}{4}$ zurückblieb. Durch anhaltendes Schütteln ließ ſich das Queckſilber ſo ganz vom Bleye reinigen; mit dem Zinne ging es langſamer. Auch durch Schütteln im Waſſer erfolgte die Abſonderung, jedoch langſamer als in der Luft; ſolches Waſſer verdarb gemeine Luft, in welcher es lange umgeſchwenkt ward und etliche Tage ſtand, nicht merklich.

17. Vom Herumſchütteln des Queckſilbers im Waſſer. Das reinſte Queckſilber ward dadurch ſchneller zu einem ſchwarzen Pulver, als in der bloßen Luft, das Waſſer erhielt hiervon einen beſondern Geruch und Geſchmack; beym Abdampfen deſſelben blieb ein wenig Materie zurück; gemeine Luft mit ſolchem Waſſer geſchüttelt erlitt merkliche Veränderung. Mit Weingeiſt ließ ſich daſſelbe bewirken, wie mit dem Waſſer, nicht aber mit Terpentinöl. Dieß ſchwarze

Pulver ward beym Trocknen von ſelbſt wieder zu laufendem Queckſilber, und eingeſchloſſene Luft ward hiedurch phlogiſtiſirt, daß mithin das ſchwarze Pulver überphlogiſtiſirtes Queckſilber geweſen ſey; aus laufendem ging es auf heißen Platten zu einem weißen Kalke über und ward endlich rothbraun, daß es alſo als dephlogiſtiſirt anzuſehen ſey.

18. Von der Wirkung einer lange unterhaltenen Bewegung aufs Queckſilber. Prieſtley brachte ſolche durch Verbindung eines Kaſtens mit einer Mühle zu Stande. Auf ſolche Art gab das Queckſilber für ſich und mit Waſſer ein ſchwärzliches und bräunliches Pulver, und die Luft ließ noch ein Licht brennen, nicht aber, wenn das Queckſilber mit Bley verſetzt geweſen war. Der bräunliche Stoff verhielt ſich wie der durchs bloße Feuer aus dem Queckſilber erhaltene ſogenannte Niederſchlag.

19. Vom Weſen der dephlogiſtiſirten Luft, nebſt einer Unterſuchung der über dieſe Luftgattung gemachten Beobachtungen. Dieſe Luft hat Prieſtley bereits vor dem November 1771. beſeſſen; nach ſeiner Meynung iſt die Säure, welche außer einer Erde in die Miſchung derſelben eingeht, nicht nothwendig die Salpeterſäure, ſondern in einigen Fällen auch die Schwefelſäure, oder es werde wenigſtens eine in die andere, oder in einen dritten beyden gleich verwandten Stoff verwandelt, in welchem Zuſtande die Säuren im Dunſtkreiſe vorhanden ſind. Die Entdeckung, daß die Schwefelſäure zur Hervorbringung der dephlogiſtiſirten Luft beyträgt, gehöre eigentlich dem Hrn. Landriani, welcher ſie ſowohl aus dem mineraliſchen Turbith, als aus dem ätzenden Queckſilberſublimat entbunden habe.

20. Von der Entbindung der dephlogistisirten Luft aus verschiedenen mineralischen Körpern. Eine Unze Braunstein gab durch Glühen 40 Unzenmaaße Luft, deren erster Antheil beynahe ganz fixe Luft war, der letztere aber aus $\frac{1}{5}$ derselben und $\frac{4}{5}$ der reinsten dephlogistisirten bestand; phlogistisirt war auch die zuerst übergehende gemeine Luft nicht im mindesten; der Braunstein hatte $1\frac{1}{2}$ Pennygewicht von seinem Gewichte verloren; seine Farbe sah nicht verändert aus; auch ging bey diesem Versuche viel Wasser über. Mit Salpetergeist angefeuchtet gab 1 Unze Braunstein 30 Unzenmaaß Luft, welche nur im Anfange zum Theil aus fixer bestand; die übrige war anfänglich stark salpeterartig, zuletzt aber wurden $\frac{2}{3}$ vom Ganzen in reine dephlogistisirte Luft verwandelt. In dem Gefäße, worin dieser Prozeß angestellt war, war von einem vorhergehenden Prozesse etwas schwarze Materie zurückgeblieben; diese mochte nach seiner Meynung zu der Erzeugung der Salpeterluft und folglich zur Verminderung und zum Verderben der dephlogistisirten Luft mit beygetragen haben. Eine Mischung aus $\frac{1}{2}$ Unze Salpeter und 1 Unze Braunstein gab 108 Unzenmaaß Luft, davon ungefähr so viel wie vorher fixe, das übrige aber dephlogistisirte Luft war. Eine Unze Galmei lieferte durch Glühen 306 Unzenmaaß Luft, welche, bis auf 4 Unzen, lauter fixe Luft war. Nachdem aber die fixe Luft mit Wasser völlig herausgezogen wurde, schien der Rest fast eben so gut wie gemeine Luft zu seyn. Wahrscheinlich würde der Rest reine dephlogistisirte Luft gewesen seyn, wenn er von der fixen Luft mit Wasser völlig herausgetrieben worden wäre. Mit Salpetergeist angefeuchtet gab eine andere Unze Galmei 244 Unzenmaaße Luft, welche, bis auf 12 Unzenmaaße,

maaße, die vom Wasser nicht verschluckt wurden und daher dephlogistisirte Luft zu seyn schienen, fixe Luft war. Aus diesem Versuche erhelle also, daß der Salpetergeist nicht nur, wie gewöhnlich geschehe, zur Erzeugung der dephlogistisirten Luft, sondern auch zur Hervorbringung einer großen Menge fixer Luft das seinige beytrage. Hierdurch erhalte zugleich die Hypothese, daß die fixe Luft eine Modifikation der Salpetersäure sey, Bestätigung, obgleich die Folge ausweise, daß nicht diese Säure allein, sondern auch die Schwefelsäure zur Erzeugung beyder beytrage. Vom Wolfram gab 1 Unze, wie Galmei behandelt, nur 1 Unzenmaaß Luft, von welcher nur ein geringer Theil fixe, und das Uebrige ohngefähr so gut wie die gemeine Luft war. Der Wolfram schien hiebey nicht verändert zu seyn. Nun kam Priestley auf den Gedanken, daß die Austreibung der dephlogistisirten Luft aus den gedachten und andern mineralischen Körpern zur Unterhaltung des unterirdischen Feuers dienen könnte, und erhielt hierin Landriani's Beistimmung, nach dessen Briefe übrigens in der Solfatara viel Eisenvitriol, in dem ausgebrannten Vulkane zu Verona nach Herrn Abt Fortis Berichte außer demselben viel Braunstein gefunden wird, und Hr. Volta auch aus gebranntem Römischen Alaun dephlogistisirte Luft entbunden hat.

21. Von Erzeugung der dephlogistisirten Luft aus der Vitriolsäure und dem Eisen. Hr. Keir nehme in seinen Anmerkungen zur Uebersetzung des chemischen Wörterbuchs von Macquer an, daß das Vitriolöl zur Hervorbringung der dephlogistisirten Luft aus der Mennige wirklich beytrage. Er scheine aber die Menge dieser Luftart nicht gehörig

beach-

beachtet zu haben, welche durch bloße Hitze aus der Mennige entbunden werde. Er habe aus 48 Pennygewicht 36 Cubikzoll gewonnen, Priestley aber könne aus 2 Unzen, oder 40 Pennygewicht Mennige, durch bloße Hitze 24 Unzenmaaß Luft erzeugen, welche beynahe 48 Cubikzoll betragen, und habe mit einer Beymischung von halb so viel Vitriolöl fast die nämliche Menge erhalten. Mischte er aber Vitriolöl und solche Mennige, aus der zuvor durchs Calciniren alle Luft herausgejagt war, unter einander, so kam bloß eine geringe Menge firer Luft zum Vorschein. Die in 20. Abschnitte angeführten Versuche leiteten Priestley'n im November 1777. zur nähern Prüfung des grünen Vitriols. Eine Unze desselben gab im Sandbade erhitzt, nach Austreibung der gemeinen Luft und des mit übergehenden Wassers, anfänglich eine fixe, nachher eine Menge vitriolsaure, sodann mehrentheils fixe, und zuletzt, dem Anscheine nach, reine dephlogistisirte Luft, von welcher Priestley 10 Unzenmaaß auffing; der Rückstand wog 6 Pennygewicht, und war ein purpurfarbener Ocher; dieser gab mit Salzgeist 2 Unzenmaaß Luft, welche größtentheils aus fixer und übrigens aus dephlogistisirter Luft bestand; nur zuletzt fing Priestley einige phlogistisirte Luft auf, und glaubt, es möge wohl etwas Brennbares mit dem Ocher so innig vereinigt gewesen seyn, daß zur Austreibung desselben eine starke Hitze erforderlich wäre, daher hier zuletzt durch dasselbe die zugleich mit entbundene Luft verdorben worden sey. Da er befürchtete, daß der kaufbare grüne Vitriol von beygemischtem Salpetergeiste nicht ganz frey gewesen seyn möchte, so verfertigte er sich selbst einen aus Eisenfeil und verdünntem Vitriolöle, welcher ebenfalls, außer den übrigen Arten, sehr reine dephlogistisirte Luft lieferte; ja eine

Auf-

Auflöſung von 6 Pennygewicht recht reines Eiſen in einem von Hrn. Winch ſo bereiteten Vitriolöle, daß gewiß kein Salpetergeiſt beygemiſcht war, gab durch Abziehen aus einer Retorte bis zur Trockenheit und fernere Erhitzung ebenfalls anfänglich ein wenig dephlogiſtiſirte gemeine, dann ein wenig fixe, dann ſehr viel vitriolſaure und zuletzt 18 Unzenmaaße dephlogiſtiſirte Luft. Da 23 Gran Eiſen unaufgelößt zurückgeblieben waren, ſo war die Luft aus 5 Pennygewicht und 1 Gran Eiſen entbunden, der Ocher wog 7 Pennygewicht und 13 Gran, und Prieſtley vermuthete daher, daß noch Vitriolöl bey demſelben zurückgeblieben ſey, und durch ſtärkere Hitze wohl noch mehr Luft erhalten ſeyn würde; dieſer Ocher gab mit Vitriolöl gemiſcht durch Glühen viel vitriolſaure, kaum fixe, wohl aber 24 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte Luft, und nachher aus einem Flintenlaufe beynahe wiederum eben ſo viel Luft. Endlich erhielt Prieſtley aus $\frac{1}{2}$ Unze Eiſenroſt mit Vitriolöl aus einem Flintenlaufe 2 bis 3 Nößel Luft, davon $\frac{1}{3}$ phlogiſtiſirte, das Uebrige fixe Luft war, und nachher mit abermals zugeſetztem Vitriolöle nur wenig fixe, dagegen aber 16 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte Luft. Die Vitriolſäure ſey alſo, zumal in Verbindung mit dem Eiſen, eben ſo geſchickt zur Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft, als die Salpeterſäure mit dem Bleye, oder andern Stoffen; Eiſenerde laſſe ſich leicht in Luft verwandeln, vorausgeſetzt, daß Erde mit zur Miſchung der Luft gehöre, und ſollte der ganze Inbegriff der Luft des Dunſtkreiſes wirklich aus dieſer Erdgattung beſtehen, ſo laſſe ſich nach einem Winke des Hrn. Michell hieraus vielleicht der Magnetismus unſerer Erdkugel mit erklären.

22.

22. Von Erzeugung der dephlogistisirten Luft aus andern Metallen vermittelst der Vitriolsäure. Blauer Vitriol gab zum erstenmale gar keine, ein anderes mal $\frac{1}{2}$ Unze, aus einem Glase wenig fixe und ohngefähr 1 Unzenmaaß dephlogistisirte, hernach aus einem Flintenlaufe 25 Unzenmaaß dephlogistisirte, aber kaum noch ein wenig fixe Luft; $\frac{1}{2}$ Unze Kupfer in Vitriolöl aufgelößt gab durch Abziehen aus einer gläsernen Retorte, außer der vitriolsauren, fixe und 1 Unzenmaaß dephlogistisirte, nachher aus einem Flintenlaufe 1 Unzenmaaß fixe und 10 Unzenmaaß dephlogistisirte Luft; und da nur die Hälfte des Kupfers aufgelößt worden war, so schließt Priestley, daß bey völliger Auflösung desselben und Vollendung des Verfahrens wohl 30 Unzenmaaß dephlogistisirte Luft entbunden seyn möchten. Eine Unze gebrannter weißer Vitriol gab aus einem Flintenlaufe beträchtlich viel Vitriolsäure, einige fixe und 5 Unzenmaaß dephlogistisirte Luft, ein anderes mal 1 Unze nicht gebrannter, außer der vielen vitriolsauren, nur ohngefähr 2 Unzenmaaß, theils fixe, theils dephlogistisirte Luft; $\frac{1}{2}$ Unze Zinkblumen gab mit Vitriolöl aus einem Flintenlaufe 3 Unzenmaaß Luft, von welcher etwas Weniges fixe und das Uebrige fast so gut, als gemeine Luft, war; ein gläsernes Gefäß würde mehr und reinere Luft verschafft haben. Mit dem Silber wollte es nicht gelingen, allein Queckſilber gab viel; 1 Unze, nach vorgängigem Auflösen im Vitriolöle, Abziehen und Glühen in einer andern Retorte, weil die erste gesprungen war, einmal viel Vitriolsäure, ziemlich viel fixe und ohngefähr 50 Unzenmaaß dephlogistisirte, ein anderes mal, als die Auflösung in 2 Unzen Vitriolöl und das fernere Verfahren in einer gläsernen Retorte angestellt und wie zuvor

bis

bis zum Schmelzen derſelben getrieben war, außer der vitriolſauren und vermuthlich einiger fixen, 20 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte Luft. Eine Unze Zinnaſche gab, mit Vitriolöl angefeuchtet, aus einem Flintenlaufe wenig fixe und 2 bis 3 Unzenmaaße phlogiſtiſirte Luft, wahrſcheinlich wegen der Anſteckung durch das Brennbare des Flintenlaufs; aus einem gläſernen Gefäße hat ſie Prieſtley nicht verſucht.

23. Von der Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft aus erdigen Stoffen vermittelſt der Vitriolſäure. Gebrannter Alaun gab durch Glühen in einem Glaſe wenig fixe und dephlogiſtiſirte Luft, ein anderes mal, da der Dampf des Feuers hinzukommen konnte, mehrentheils phlogiſtiſirte, endlich 1 Unze aus einem Flintenlaufe 6 Unzenmaaß Luft, die vollkommen ſo gut, oder vielmehr beſſer, als gemeine Luft und von aller Beymiſchung fixer Luft frey war, und nach geſchehenem Anfeuchten mit Vitriolöl von neuem 2 bis 3 Unzenmaaß mehrentheils fixe, zuletzt noch einige ohngefähr ſo gut als gemeine Luft; nachher ſog er die Luft ein, und mochte ohngefähr 1 Unze verſchluckt haben. Eine halbe Unze ungelöſchter Kalk mit Vitriolöl begoſſen, bis er 1 Unze 4 Pennygewicht wog, und gepulvert, gab aus einem Flintenlaufe etwa 10 Unzenmaaße größtentheils fixe, zuletzt bey der ſtärkern Hitze einige ſo gute oder beſſere, als gemeine Luft. Eine Unze lange geglühete Bitterſalzerde gab mit Vitriolöl getränkt 12 Unzenmaaß Luft, welche bis auf 1 Unzenmaaß, die faſt ſo gut als gemeine Luft zu ſeyn ſchien, fixe Luft war.

24. Bemühungen, aus verſchiedenen Körpern durch den Salzgeiſt Luft zu entwickeln. Landriani hatte Prieſtley'n gemeldet, daß

daß er sowohl aus dem mineralischen Turbithe, als auch aus dem ätzenden Queckſilberſublimate dephlogiſtiſirte Luft entbunden hätte. Prieſtley'n wollte ſolches aber nicht gelingen; der Sublimat ſtieg auf, gab keine Luft, veränderte auch die zuerſt übergehende gemeine nicht im geringſten. Eine Unze Kochſalz gab aus einer gläſernen Retorte 2 Unzenmaaß Luft, zuerſt fixe, hernach phlogiſtiſirte, bey wiederholten Verſuchen keine, daher jene vielleicht von einem beygemiſchten fremdartigen Stoffe entbunden ſeyn möge. Eiſenauflöſung im Salzgeiſte zur Trockniß abgezogen blieb in der Hitze flüſſig und gab bloß ſehr wenig fixe Luft; ſo gab auch eine Auflöſung des Eiſens in deſtillirtem mit ſalzſaurem Gas geſchwängerten Waſſer nur ganz wenig fixe Luft und übrigens phlogiſtiſirte. Endlich gab $\frac{1}{2}$ Unze ungelöſchter Kalk mit Salzgeiſt geſättigt aus einer gläſernen Retorte keine Luft, ſondern bloß der zuletzt übergehende Antheil der gemeinen Luft war phlogiſtiſirt; darauf, in einem Flintenlaufe ins Feuer gebracht und angeblaſen, gab er ohngefähr 25 Unzenmaaß, theils fixe, theils entzündbare Luft, welche letztere mit einer blauen Flamme brannte. Dieſe letztere Luftart rührte nach Prieſtley von dem Eiſen, und die blaue Flamme von der Beymiſchung der aus dem Kalke entwickelten fixen Luft her. Prieſtley ſchließt hieraus, daß ſich aus der Salzſäure nicht, wie aus der Vitriolſäure und Salpeterſäure, durch Verbindung mit andern Stoffen, wenigſtens in der von ihm angewandten Stuffe der Hitze, dephlogiſtiſirte Luft entbinden laſſe.

25. Vermiſchte Verſuche über die dephlogiſtiſirte Luft: 1. Von der großen Verminderung derſelben durch die Salpeter-

Luft. Eine Queckſilberauflöſung im Salpetergeiſte, welche verſchiedene Monathe in einer Phiole mit einem eingeriebenen Stöpſel geſtanden hatte, gab durch Deſtilliren aus einer Retorte Salpeterluft und nachher dephlogiſtiſirte; 2 Maaß von erſterer und 1 Maaß von letzterer betrugen nach geſchehener Vermiſchung und geendigtem Brauſen nur $\frac{1}{300}$ Maaß; ein wiederholter Verſuch lehrte, daß 2 Maaß Salpeterluft überflüſſig hinreichend waren, 1 Maaß dephlogiſtiſirter Luft zu ſättigen, und alſo jene Verminderung bey größerer Vorſicht vielleicht noch weiter gegangen wäre. Prieſtley glaubt, wenn es möglich wäre, beyde in der vollkommenſten Reinigkeit zu erzeugen und in einem gewiſſen richtigen Verhältniſſe mit einander zu miſchen, ſo möge man vielleicht ihre Luftgeſtalt gänzlich vernichten, und ſie, wie bey der Miſchung der laugenſalzigen und ſauren Luft geſchehe, gänzlich verſchwinden machen können, doch daß dabey kein weißer ſalziger Stoff zum Vorſchein komme, weil das Ganze vom Waſſer aufgelößt werde. Ein anderer Verſuch lehrte, daß die dephlogiſtiſirte Luft, welche die Queckſilberauflöſung im Salpeterſauren durchs Abziehen gab, durch die mitgehenden rothen Dämpfe nicht verändert ward. 2. Von der Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft vermittelſt des rohen Salpeters. Durch Vermiſchung mit mancherley Erdarten ließ ſich aus dem rohen Salpeter verſchiedene mal mehrere Luft, als aus der Salpeterſäure, entbinden, allein er erforderte mehr Hitze. Salpeter und Sand gab einen unbeträchtlichen Antheil, auch war der Sand nach Magellan's Erfahrung nicht nothwendig, doch fand Prieſtley, daß der Salpeter mit verſchiedenen Stoffen, in gleichen Graden der Hitze, mehr Luft, als unvermiſchter, und

alles

allemal mehr, als der Salpetergeist gab. So lieferte ½ Unze Salpeter mit eben so vielem Weinsteinsalze 17 Unzenmaaß dephlogistisirte, und noch ohngefähr ¼ fixe Luft, ein anderesmal 1 Unze Salpeter unversetzt nur 13 Unzenmaaß dephlogistisirte und wenige fixe; 1 Unze Zinkblumen gab mit ¼ Unze Salpeter 22 Unzenmaaß, mit ¼ Unze starken Salpetergeist aber nur 11 Unzenmaaß dephlogistisirte Luft. 3. Vom Rosten der Metalle in der freyen Luft. Gewöhnlich, sagt Priestley, schreibe man solches den sauren Dünsten in der Luft zu, doch möge auch ganz reine Luft eine solche Verwandtschaft zum Phlogiston äußern können, daß sie es den Metallen entziehe; mit eisernen Nägeln über Queckſilber eingeschlossene dephlogistisirte Luft hatte in 9 Monathen um $\frac{1}{10}$ am Umfange abgenommen, welches nach Priestley's Vermuthung durchs Phlogiston des Eisens bewirkt ist. 4. Vom Verpuffen des Salpeters. Aus der Lehre von der dephlogistisirten Luft sey diese Erscheinung leicht zu erklären, indem solche von der Salpetersäure in einer großen Stuffe der Hitze, bey der Berührung erdiger Stoffe, erzeugt werde, und ein heftigeres Brennen aller entzündbaren Körper verursache, wobey die Säure nicht verloren gehe, sondern entweder in die Mischung der dephlogistisirten Luft übergehe, oder ein Bestandtheil irgend einer andern durch dergleichen Verfahren entbundenen Luftart werde. Macquer's salpeterartigem Schwefel komme die Salpeterluft am nächsten. Bewley's Selbstzünder ward, über Queckſilber eingeschlossen, durch dephlogistisirte Luft schnell, wie Schießpulver, entzündet und die Luft dabey vermindert.

26. Von der in der atmosphärischen Luft vorhandenen Erde, als dem eigent-

lichen Urſprunge und der Grundmiſchung dieſer Luftart. Da Prieſtley aus Erde und Salpetergeiſt allemal, nie aber aus letzterm allein, dephlogiſtiſirte Luft hatte entbinden können, ſo ſchloß er, daß dieſe, mithin auch die Luft des Dunſtkreiſes, welche nichts anders, als eine verdorbene dephlogiſtiſirte Luft ſey, aus Erde und Salpetergeiſt beſtehe; fand aber nachher, daß die Säure nicht die Salpeterſäure, als ſolche, ſondern ein ſaurer Grundſtoff derſelben und der Vitriolſäure, oder eine ſolche Säure ſey, von welcher jene nur verſchiedene Abänderungen ſeyen. Fontana und Lavoiſier hätten die Gegenwart der Erde in der dephlogiſtiſirten Luft geläugnet, weil ſie, ihrer Verſicherung nach, alles im Salzgeiſte aufgelößte Queckſilber nach vorgängiger Entbindung vieler vitriolſaurer und dephlogiſtiſirter Luft aus der Auflöſung wieder hergeſtellt hätten. Prieſtley wiederholte daher ſeine Verſuche, und führt zwey davon an, wo im Salpetergeiſte aufgelößtes Queckſilber, nach der Abdampfung durch Hitze wiederhergeſtellt, einmal von 17 Pennygewicht und 13 Gran wenigſtens 1 Pennygewicht und 6 Gran, und das andere mal von 18 Pennygewicht und 19 Gran 1 Pennygewicht und 1 Gran verloren hatte, welche alſo in die Miſchung der Luft übergegangen ſeyen. Prieſtley bemerkte hiebey, daß aus der Queckſilberauflöſung zweymal mehr Salpeterluft nach Vollendung der Auflöſung des Queckſilbers, als während derſelben, entbunden ward, und die dephlogiſtiſirte Luft ohngefähr dreymal ſo viel, als die Salpeterluft, betrug. Prieſtley verſuchte auch die Erde durch Zerlegung dephlogiſtiſirter und Salpeterluft in Waſſer darzuſtellen; allein dieß wollte ihm nicht gelingen.

27. Verschiedene Beobachtungen über die Verminderung der gemeinen Luft. 1. Von der Reinigkeit der Luft unter verschiedenen Umständen. Beygemischter Salpetergeist zeigte zwischen der freyen Luft verschiedener Oerter keinen beträchtlichen Unterschied, ja sehr ungesunde Luft schien nach weiter Versendung und langer Aufbewahrung sich der Beschaffenheit der gesunden Luft wieder zu nähern; so zeigte die Salpeterprobe nur einen sehr geringen Unterschied zwischen der schlechtesten Luft verschiedener Fabriken und guter, und bey der nämlichen schlechten einen geringern bey später wiederholter Untersuchung. Auch überzeugte sich Priestley, daß eine Luft übel riechen, und der Lunge wahrscheinlich schädlich seyn könne, weil ein brennbarer Stoff in derselben gegenwärtig wäre, ohne daß das Brennbare mit der Luft eine so innige Verbindung besäße, daß man es durch Beymischung der Salpeterluft entdecken könnte. 2. Von der Beschaffenheit der Luft in Badstuben. Die Beklemmung, die man in denselben spüre, scheine von etwas anderm, als der bloßen Hitze, herzurühren. Indessen nahm 1 Maaß solcher Luft mit 1 Maaß Salpeterluft den Raum von 1,29 Maaß ein, und die zu gleicher Zeit aufgefangene äußere Luft gab 1,27 Maaß, also einen sehr unbedeutenden Unterschied. 3. Von der Wirkung der Ausdünstung des Körpers auf die Luft. Diese schien dadurch gar nicht verdorben, sondern eher noch besser, als gemeine, zu seyn. Von der bey starker Erhitzung unter den Armen gesammelten Luft nahm 1 Maaß mit 1 Maaß Salpeterluft einen Raum von 1,267 Maaß ein, von der besten an demselben Tage geprüften Luft des Dunstkreises 1,28 Maaß. 4. Von der Beschaffenheit der Luft in Speisezim-

mern. 1 Maaß der Luft eines geräumigen Zimmers, in welchem nicht mehr, als 8 oder 10 Perſonen geſpeißt hatten, betrug mit 1 Maaß Salpetergeiſt gemiſcht 1,31 Maaß; Luft aus einem wohlgelüfteten Zimmer deſſelben Hauſes 1,25; durch Athmen bis zum Auslöſchen eines Lichts gebrachte 1,43; die erſtere bedurfte alſo nur noch etwas mehr, als zweymal ſo viel Brennbares, um ein Licht auszulöſchen, woraus die Schädlichkeit des Athmens ſo angeſteckter Luft bey langen Mahlzeiten erhelle, welcher man durch die Decke einen Abzug verſchaffen ſollte. 5. Von der Wirkung des Waſſerdampfs auf die Luft. Prieſtley ſuchte vergebens phlogiſtiſirte Luft durch denſelben zu verbeſſern; gemeine ward dadurch verdorben; doch ſcheine eine Bemerkung des Hrn. Arden einige Hoffnung zu geben, daß etwas Anſteckendes dadurch entzogen, oder wenigſtens die Luft der Zimmer durch eingelaſſene Dämpfe leicht erneuert werden könne. 6. Von der Wirkung des elektriſchen Funkens auf die atmoſphäriſche Luft; die Luft ward dadurch um $\frac{1}{4}$ vermindert, und mit Lakmus gefärbtes Waſſer alsdann, wenn dieſe Verminderung erfolgt war, nicht mehr roth; ſonſt färbte ſich dieſes Waſſer nach einem Tage und ein Paar Nächten roth, wenn es in gemeine Luft, die mit Queckſilber geſperrt und durch welche Elektricität gegangen war, gelaſſen wurde. 7. Von der Wirkung des Kupfers und Eiſenkalks auf die Luft. Die Auflöſung des Kupfers im Salmiakgeiſte hatte, nachdem ſie blau geworden war, die eingeſchloſſene Luft ſo verdorben, daß 1 Maaß mit 1 Maaß Salpeterluft 1,33 Maaß betrug, da hingegen die Luft des Dunſtkreiſes wenig mehr als 1,1 Maaß; ein anderes mal ward Luft, in welcher eine ſolche Auflöſung ſich befand, beynahe

beynahe vollkommen phlogistisirt, obgleich erst die obere Hälfte derselben blau geworden war. Der durch Pottasche aus dem Eisenvitriole gewonnene Niederschlag ward, wie er noch blau aussah, mit einem Glase über Wasser bedeckt; als er nach 2 oder 3 Tagen oben roth geworden war, hatte er die mit eingeschlossene Luft merklich phlogistisirt; in einer Retorte durch Erhitzen zur Röthe gebracht hatte er die Luft so verändert, daß 1 Maaß mit eben so vieler Salpeterluft 1,3 Maaß betrug; die Luft der Atmosphäre gab 1,24, in einer Phiole mit der Mischung länger eingeschlossen 1,55, in einer Röhre mit dem grünen Präcipitat 3 Wochen bis zum Rothwerden desselben gestanden 1,45 Maaß. Fixe Luft war in letzterer nicht anzutreffen; auch erfolgte die Veränderung der Farbe unter Wasser; Salzgeist erhielt seine durch Schwefelleber entzogene gelbe Farbe in wenigen Tagen wieder, und die mit eingeschlossene Luft gab 1,9; nach seiner Meynung habe die Schwefelleber das Brennbare hiezu geliefert.

8. Von der durch Ausflüsse frisch abgezogenen Wassers angesteckten Luft. Aus einem kupfernen Gefäße abgezogenes Wasser hatte die Luft in einer halb damit angefüllten Phiole in einem Monathe so phlogistisirt, daß 1 Maaß mit 1 Maaß Salpeterluft 1,32 Maaß betrug, dahingegen gemeine nur 1,22 Maaß füllte; aus einem Glase abgezogenes phlogistisirte die Luft so, daß sie bey gleicher Probe 1,26 Maaß betrug.

28. Beobachtungen über die Verbesserung der Luft durch das Wachsthum der Pflanzen. Priestley hatte bereits im ersten Bande Versuche angeführt, deren Resultate zweifelhaft waren; bey weiterer Fortsetzung derselben fielen die meisten

ſten ungünſtig aus; einige glückliche werden hier angeführt, und Prieſtley glaubt, daß in der Oekonomie des Gewächsreichs etwas vorhanden ſey, oder das Wachſen derſelben begleite, was zur Verbeſſerung der Luft abzwecke, es möge nun ſolches durch Einſaugung des Brennbaren, oder Verbindung deſſelben mit den Ausdünſtungen derſelben geſchehen, welches letztere ihm wahrſcheinlicher iſt. Uebrigens ſey dieſe Wirkung durchs Wachſen von der durch die Ausdünſtung wohl zu unterſcheiden; die wohlriechendſten Pflanzen ſtecken die Luft am ſtärkſten an; von einer gefüllten Roſe wurden 4 Unzenmaaße gemeine Luft ſo angeſteckt, daß 1 Maaß mit 1 Maaß Salpeterluft am folgenden Tage 1,75, am dritten Tage 1,9 und am vierten noch etwas mehr betrug, ohne daß die Roſe etwas von ihrem angenehmen Geruche verloren hatte.

29. Von der Beſchaffenheit der in den Blaſen des Meergraſes verſchloſſenen Luft. Die Luft aus ſelbigen war reiner, als gemeine Luft; der Unterſchied betrug 0,3 Maaß Luft aus den Stengeln der gemeinen Schwerdtlilie, und nahm mit gleichem Maaße Salpeterluft den Raum von 1,5 Maaß ein. Luft aus dem Innern einer Pflanze, welche wie Schierling ausſah, war noch ſchlechter, indem ſie mit gleichem Maaße Salpeterluft einen Raum von 1,75 Maaß einnahm.

30. Von der Eigenſchaft des großen rauhen Weiderichs (epilobium hirſutum *Lin.*), die Luft zu verſchlucken. Prieſtley ſtellte den Cylinder, welcher die Luft enthielt, mit der Mündung in das Waſſer, worin die Pflanze wuchs, bog dieſelbe alsdann unters Waſſer, und brachte ſolchergeſtalt die obern Theile in den Cylinder hinein; aus einem 10

Zoll

Zoll hohen und 1 Zoll weiten waren in 14 Tagen von gemeiner Luft $\frac{7}{8}$ verschluckt, und die Pflanze sah ganz gelb und abgestorben aus; aus größern waren $\frac{3}{4}$ verzehrt und die Pflanze sah noch grün aus; von entzündbarer Luft ward $\frac{1}{3}$ verschluckt, und die übrige schien noch so entzündbar zu seyn, wie zuvor, die Pflanze sah grün aus; Salpeterluft hatte $\frac{1}{3}$ verloren und die Pflanze war gelb und abgestorben. Mit der Zeit hatte die Verminderung so zugenommen, daß von der gemeinen nur $\frac{1}{10}$, von der entzündbaren nur $\frac{1}{7}$ übrig blieb. Ein Theil ward durch die Pflanze abgeleitet, ein Theil ward eingesogen, der Rest der gemeinen Luft war phlogistisirt.

31. Vom Wachsthum der Pflanzen in dephlogistisirter Luft, mit dem in andern Luftarten verglichen. Seine Vermuthung, daß die Pflanzen in erstere nicht so gut fortkämen, fand er durch die hier angeführten Versuche bestätigt; sie wuchsen besser in phlogistisirter als in gemeiner, und in der dephlogistisirten schlechter als in beyden.

32. Vom Wachsthum solcher Pflanzen, die mit ihren Blättern in fixer Luft und mit ihren Wurzeln in Wasser, das mit fixer Luft angeschwängert ist, stehen. In einer Mischung von $\frac{1}{3}$ fixer und $\frac{2}{3}$ gemeiner Luft, zu welcher nur einmal fixe zugelassen ward, weil die erstere vom Wasser eingesogen war, war ein Münzenstengel in einer Woche schwarz geworden und abgestorben; in einer Mischung von gleichen Theilen brennbarer und gemeiner Luft starb er gleich ab, doch lehrten nachherige Versuche, daß die Pflanzen einen größern Theil brennbarer, als fixer Luft vertragen könnten. Das bloße Fortleben in fixer Luft verstatte jedoch keinen

Schluß auf eine Beförderung ihres Wachsthums. Mit fixer Luft geschwängertes Wasser war den darin wachsenden Pflanzen nicht nur schädlich, sondern zerstörte sie endlich gar; Münzenpflanzen trieben in derselben keine weiße Fasern aus den Wurzeln, wie in ungeschwängerten, verloren die Blätter, und starben ab, wenn sie in dem ungeschwängerten gut fortwuchsen; die mit eingeschlossene Luft enthielt $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ fixe Luft.

33. Von gewissen Fällen, wo die des phlogistisirte Luft selbst aus dem Wasser sich entbindet. Priestley bemerkte dieß zuerst an den Luftblasen, welche an dem Boden und den Wänden der Gefäße bey der Aufbewahrung des Brunnenwassers erscheinen. Besonders schien ein sich erzeugender grüner Stoff damit genau zusammenzuhängen, welcher in Wasser, das mit fixer Luft geschwängert war, leichter zu entstehen schien, als in anderm; diese Luft war so rein, daß sie mit 1 Maaß Salpeterluft nur $\frac{1}{5}$, und mit 2 Maaß nur 0,44 Maaß betrug. Nachher fand Priestley, daß die Erzeugung dieses grünen Stoffs nicht die Ursache der Entbindung solcher Luft war, sondern nur derselben vorherging, die Wirkung des Lichts aber nothwendig erfordert ward, ohne welches das Wasser keine andere Art Luft gab, als es gleich anfänglich würde gegeben haben. Er schließt daraus, daß die von allem der Wirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzten Wasser unaufhörlich aufsteigende Luft zur Verbesserung der Beschaffenheit der Atmosphäre überhaupt beytragen müsse; kein Wärmegrad vermöge die Stelle des Sonnenlichts zu ersetzen, und ob sie gleich die Luft auszutreiben diene, wenn das Wasser durch die Sonnenhitze vorher dazu geschickt gemacht worden, so sey doch alsdann

die

die Luft nicht reiner, als die von selbst ohne Beyhülfe der Wärme entbundene, vermuthlich weil die Wärme zugleich phlogistisirte Luft mit austreibe, welche noch genauer mit dem Wasser verbunden sey, und mit der Zeit durch die Wirkung des Lichts auch würde gereinigt worden seyn. Auch werde von selbst viel mehr Luft als durch die Hitze entbunden, ja alles, was die Luft anstecke, verringere auch ihre Menge, indem zur Erzeugung einer kleinen Menge phlogistisirter Luft eine beträchtliche Quantität dephlogistisirte erfordert werde. Fixe Luft werde durch das Licht verjagt, und die rückständige werde reine dephlogistisirte, deren man sehr viel gewinne, wenn man mit jener geschwängertes Wasser ans Licht stelle. Priestley ließ ferner gekochtes Wasser gemeine, phlogistisirte und dephlogistisirte Luft einsaugen, und 14 Tage, doch nicht sehr, im Lichte stehen. Was von der ersten übrig blieb, war sehr phlogistisirte, und was wieder aus dem Wasser getrieben ward, reiner als die atmosphärische Luft; die dephlogistisirte kam auch etwas verbessert wieder hervor, die phlogistisirte aber desto unmerklicher. Frisch von der Quelle geschöpftes Bristoler Wasser gab durch Kochen verdorbenere Luft, als gemeine, doch keine fixe Luft, so wie auch 8 Tage zugepfropft im Schatten gestandenes Wasser; aber zugepfropft an ein Fenster gegen Mittag eben so lange gestelltes Wasser gab so reine Luft, daß 1 Maaß mit eben so viel Salpeterluft nur 1 Maaß betrug. Diese Wirkung des Lichts bestätigte Priestley's vormalige Vermuthung vom Einflusse des Seewassers auf die Reinigung der Atmosphäre, auch habe Dobson aus demselben bessere, als gemeine Luft erhalten.

34. 1. Von Erzeugung der entzündbaren Luft aus dem Eisen und einer Auflösung von Galläpfeln. Hrn. Delaval's Belehrung, daß Eisen in eine Galläpfelauflösung geworfen eine Tinte gebe, ohne die Säure im Vitriol nöthig zu haben, bewog Priestley'n, zerstoßene Galläpfel, Eisenfeil und Wasser unter einander zu mischen; nach ein Paar Tagen war die ganze Masse sehr aufgeschwollen und voll Luftblasen, welche entzündbare Luft enthielten. Drey Unzen Galläpfel hatten mit einer Menge Eisenfeil und Wasser binnen 8 Tagen 6 Unzenmaaß Luft entwickelt, welche sehr stark entzündbar war, und der durch Säuren aus dem Eisen gewonnenen vollkommen glich. 2. Entzündbare Luft aus Terpentinöl: In einer halb angefüllten Phiole war die obenstehende Luft stark entzündbar und durch Kochen ward noch eben so viel ausgetrieben, als das Oel dem Maaße nach betrug; sie war so stark entzündbar, als diejenige, welche man aus den Metallen erhält, und brannte mit einer blauen Flamme; in einer andern Phiole war die obenstehende Luft nur gemeine, durchs Kochen aber gab das Oel doppelt so viele stark entzündbare Luft, als es dem Maaße nach betrug; durch Schütteln wollte solches nachher nur einen unbeträchtlichen Theil Luft einsaugen, welche, als sie wieder herausgetrieben ward, gemeine, ganz schwach phlogistisirte Luft war. 3. Ob in der entzündbaren Luft irgend eine Säure ist? Priestley hatte im ersten Bande auf das Daseyn derselben geschlossen, sie aber nachher für unnöthig gefunden, da sie sich durch bloße Hitze entbinden ließ, und sich mit laugensalziger nicht verband, sondern nach Einsaugung derselben vom Wasser noch ihre vorige Beschaffenheit hatte. Herr Higgins hatte dieser Beobachtung widerspro-

chen,

chen, und aus der großen Trübigkeit bey der Mischung der entzündbaren und laugenartigen Luft die Gegenwart einer Säure in ersterer beweisen wollen. Priestley gibt zwar die Folge zu, vermuthet aber, daß Higgins zur Verfertigung der entzündbaren Luft eine sehr starke Säure genommen habe, dadurch zugleich ein Theil saurer Luft mit erzeugt, und diese nicht vor Beymischung der laugensalzigen durch Wasser geschieden habe, da sie denn natürlich mit derselben die Trübigkeit habe verursachen können; wenigstens fehlte sie bey Priestley's wiederholtem Versuche, bey welchem die angeführte Vorsicht beobachtet war, und daher sey in der entzündbaren Luft nicht nothwendig eine Säure anzunehmen, wenigstens keine solche, die sich durch Beymischung der laugenartigen Luft zersetzt. 4. Der elektrische Funke greift die entzündbare Luft nicht an: Priestley sperrte in einer $\frac{1}{10}$ Zoll weiten Glasröhre eine $\frac{1}{2}$ Zoll hohe Säule der entzündbaren Luft mit Wasser, das mit Lakmus gefärbt war, konnte aber durch ein halbstündiges Schlagen elektrischer Funken weder die geringste Verminderung des Umfangs der Luft, noch eine Veränderung der Farbe des Wassers bewirken; es lasse sich also wenigstens die aus dem Eisen durch Vitriolöl entbundene Luft durch dieses Verfahren nicht zerlegen. 5. Die entzündbare Luft werde durch die Hitze in Röhren vom Flintglase zerlegt. In einem hohen Cylinder, wo sie sich frey ausdehnen konnte, blieb sie in der Hitze unverändert, aber schon beym Zuschmelzen der Röhren ward die Stelle, und nachher beym Vergraben im Sande, nach anhaltender starker Hitze, die ganze Röhre kohlschwarz; aufrechtstehende wurden es so weit, als sie im Sande gestanden hatten; die Luft war dann bis auf $\frac{1}{3}$ ihres Umfanges vermindert und

bloße phlogistisirte Luft geworden, indem sie das Kalkwasser nicht trübte, von der Salpeterluft nicht angegriffen ward, und keine entzündliche Eigenschaft besaß; eine stärkere Hitze bewirkte eine Indigoblaue Farbe, und die Luft ward noch mehr vermindert; auch eine aus Zink entbundene Luft setzte solche Schwärze ab, welche auch eine schnelle Erhitzung bewirkte; sie hing nur der Oberfläche des Glases fest an, ohne einzudringen; mit Mennige gefüllt und geglüht verlor die Röhre ihre Schwärze und ward wieder durchsichtig, die Mennige, aus welcher vorher alle Luft durch Hitze ausgetrieben und welche gelb geworden war, ward hiebey weißer, und schien durch ihre große Dichtigkeit sich dem metallischen Zustande zu nähern. Bewley brachte Priestley'n auf die Vermuthung, daß das Brennbare von dem im Glase befindlichen Bleye angezogen worden wäre, und in der That erhielt grünes Glas bey derselben Behandlung auch in dem heftigsten Schmelzfeuer keine andere Farbe, und die Luft blieb stark entzündbar; daher müsse der Bleykalk unter der Gestalt des Glases bey einem solchen Grade der Hitze, durch welchen das Glas in Fluß gebracht werden könne, eine stärkere Verwandtschaft zum Phlogiston haben, als irgend ein Bestandtheil der entzündbaren Luft, oder, wenn das Phlogiston ihr einziger eigentlicher Bestandtheil sey, solches aus dem elastischen Zustande in einen festen bringen können. Uebrigens blieb mit Lakmus blau gefärbtes Wasser in der Röhre, worin die entzündbare Luft zerlegt worden war, blau, und verrieth also keine entbundene Säure. 6. Verminderung der entzündbaren Luft durch Holzkohlen. Eine glühende Kohle verschluckte in einer Phiole über Queckſilber $\frac{1}{3}$ derselben; die übrige war, wie die durch Eintauchen der Kohle in Wasser

wieder

wieder aus derselben getriebene, entzündbar, erstere von der ursprünglichen nicht verschieden, letztere dem Anscheine nach ein wenig schwächer. 7. Ob in der entzündbaren oder in der Salpeterluft mehr Brennbares vorhanden sey? Priestley zündete nach Warltire's Art in einer 8 Unzenhaltigen Phiole entbundene entzündbare Luft an, und ließ sie in einer in Wasser stehenden 21 Unzenmaaß Luft haltenden Glocke abbrennen; binnen den 6 Minuten, da solche brannte, waren 7 Unzen erzeugt und wieder zerlegt worden; die Luft, in welcher sie gebrannt hatte, war so phlogistisirt, daß 1 Maaß mit eben so viel Salpeterluft 1,65 Maaß betrug, da gemeine Luft, welche erst mit $\frac{1}{3}$ Maaß, und dann noch mit einem gleichen Maaße der nämlichen Salpeterluft gemischt war, 1,68 Maaß betrug, daß also die 21 Unzen von eben so viel entzündbarer Luft, nämlich 7 Unzen, ohngefähr eben so stark phlogistisirt worden waren, als von einem gleichen Verhältnisse Salpeterluft, gleiche Maaße entzündbarer und Salpeterluft also ohngefähr eine gleiche Menge Brennbares enthielten. Priestley versuchte nachher auch Volta's genauere Art, die entzündbare Luft durch den elektrischen Funken zu entzünden, da 1 Maaß entzündbare und 2 Maaß gemeine Luft in einer Röhre über Wasser angezündet vollkommen phlogistisirte Luft gaben, welches durch eine Mischung gemeiner und Salpeterluft in eben dem Verhältnisse ebenfalls erfolgt seyn würde; 3 Maaß gemeine mit 1 Maaß entzündbarer, dem elektrischen Schlage ausgesetzt, wurden so weit phlogistisirt, daß 1 Maaß mit 1 Maaß Salpeterluft 1,8 Maaß einnahm, und in den nämlichen Zustand wurden 3 Unzenmaaß der nämlichen atmosphärischen Luft durch 1 Maaß derselben Salpeterluft versetzt; 1 Maaß gemeine und 1 Maaß

Maaß entzündbare Luft waren nach dem Durchgange des elektriſchen Schlags auch eben ſo phlogiſtiſirt, als durch Beymiſchung eben ſo vieler Salpeterluft, auch gleich ſtark vermindert, nämlich von 7,4 auf 5,2 Maaß.

35. Von der fixen Luft. 1. Von Erzeugung derſelben aus der Vitriolſäure. Der ſchwarze Rückſtand von der Bereitung des Aethers gab in ſtarker Hitze fixe und entzündbare Luft, ſo wie auch der durch Erhitzung der Vitriolſäure mit Aether erhaltene ſchwarze Stoff. Die vorher aus der Miſchung ſelbſt erhaltene Luft beſtand, außer der vitriolſauren, auch aus fixer und weniger phlogiſtiſirter. Prieſtley folgerte hieraus, daß die fixe Luft ein künſtlicher Körper ſey, und ſich die Vitriolſäure ſowohl als die Salpeterſäure in dieſelbe verwandeln laſſe. 2. Von der fixen Luft, welche aus der Atmoſphäre eingeſogen wird. Lange an der freyen Luft geſtandene Queckſilberauflöſung in Salpeterſäure gab durch Deſtilliren viel fixe Luft und etwas dephlogiſtiſirte, friſch deſtillirte Auflöſung hingegen keine fixe Luft; $\frac{1}{2}$ Unze Holzaſche lieferte 80 Unzenmaaße halb fixe, halb entzündbare Luft, nach 7 Tagen aus einem Flintenlaufe 20 Unzenmaaß größtentheils fixe, und die übrige entzündbare Luft; ein anderer Antheil, aus dem ſchon oft Luft durch Erhitzen in einem Flintenlaufe ausgetrieben war, gab nach 24 Tagen 21 Unzenmaaß, anfänglich halb, nachher $\frac{1}{3}$ fixe Luft, und übrigens entzündbare, welche letztere vermuthlich vom Eiſen herrührte; ſie wog dann 18 Pennygewicht, nach 4 Monathen und 3 Wochen 19 Pennygewicht 12 Gran, und gab abermals 31 Unzenmaaß Luft, von welcher 25 Unzenmaaß reine fixe, und die übrige entzündbare

Luft

Luft waren; die Asche wog nunmehr 18 Pennygewicht 6 Gran; sie war in beyden Fällen nicht durchgängig von der Hitze angegriffen worden. Steinkohlenasche und Bittersalzerde lieferten ebenfalls, wenn sie nach Austreibung der in ihnen enthaltenen Luft der Atmosphäre ausgesetzt wurden, nachher wiederum aus dem Flintenlaufe fixe und entzündbare Luft. Beinasche wollte auf solche Art keine fixe Luft aus der Atmosphäre anziehen; übrigens erhielt Priestley auch dießmal aus einer Art Steinkohlen von 1 Unze 100 Unzenmaaß Luft, von welcher $\frac{2}{3}$ fixe und $\frac{1}{3}$ entzündbare waren, und vermuthet, weil die gemeine Steinkohle keine fixe Luft gebe, daß in dieser etwas Gewächsartiges vorhanden sey. 3. Bemühungen, fixe Luft aus verschiedenen Körpern zu entbinden. Eine Unze gepulvertes rohes Spießglanz gab bis zum Glühen erhitzt nicht mehr Luft, als sein Umfang betrug; die letzte war größtentheils fixe Luft, die übrige löschte ein Licht aus; das Spießglanz war hiebey geflossen. Pfeifenthon gab mit Vitriol- und Salpetersäure nicht mehr Luft, als für sich allein, da er ehedem in großer Hitze wenig fixe Luft gegeben hatte; Flußspath gab aus einem Flintenlaufe wenig fixe, dann einige phlogistisirte, und zuletzt entzündbare Luft, welche vom Eisen des Flintenlaufs herrührte. Borax lieferte in einer grünen gläsernen Retorte bis zum Schmelzen derselben erhitzt nichts mehr, als die in ihr befindliche gemeine Luft. 4. Fixe Luft der Hitze ausgesetzt, in zugeschmolzenen Röhren von grünem Glas. Als solche nachher unter Wasser geöffnet wurden, füllte sich die Hälfte sogleich an, das übrige aber war die reinste fixe Luft; am Glase war kein Niederschlag bemerkbar. 5. Luft aus Steinkohlen und dem Queckſilberpräcipitate durchs bloße Feuer.

Lavoiſier habe irrig die aus 1 Unze des letztern und 48 Gran des erſtern erhaltene Luft für fixe gehalten, und daraus geſchloſſen, daß ſich gemeine Luft durch zugeſetztes Brennbares in fixe verwandeln ließe; ſie ſey gemiſcht, er habe vom gedachten Niederſchlage mit halb ſo vielen gut ausgebrannten Steinkohlen, aus einer grünen gläſernen Retorte, zuerſt einen Antheil aus $\frac{3}{4}$ fixer und $\frac{1}{4}$ entzündbarer beſtehender Luft, dann beynahe eben ſo gute, wie die atmoſphäriſche, endlich phlogiſtiſirte erhalten, und eine Vermiſchung derſelben würde die von Lavoiſier beſchriebenen Eigenſchaften gezeigt haben. Unrecht habe auch Lavoiſier für Prieſtley's Meynung ausgegeben, daß fixe Luft aus gemeiner und Brennbarem zuſammengeſetzt ſey.

36. Verſuche mit dem Weinſteinrahm. Vitriolöl färbte er durch Kochen ſchwarz, und gab anfänglich halb fixe, halb entzündbare, zuletzt $\frac{2}{3}$ entzündbare Luft; auch der Theriakähnliche Reſt gab im Sandbade wiederum eben ſo viel Luft. Für ſich allein gab 1 Unze aus einem gläſernen Gefäße im Sandbade 170 Unzenmaaße Luft; die erſten Antheile beſtanden größtentheils aus fixer und das übrige aus entzündbarer, welche mit einer blauen Flamme brannte, zuletzt waren $\frac{2}{3}$ fixe und $\frac{1}{3}$ entzündbare Luft; die übergehende Luft ſah mehrentheils trübe aus, und zuletzt kam unerträglich riechendes brenzliches Oel; ein anderesmal gab 1 Unze Weinſteinrahm 170 Unzenmaaß Luft, von welcher 38 Unzenmaaß entzündbare und die übrige fixe Luft waren; die erſte brannte anfänglich mit einer weißen und nachher mit einer hellblauen Flamme, welche letztere Prieſtley von beygemiſchter fixer Luft herleitet. Durch Glühen verlor der Weinſteinrahm

die

die Hälfte am Gewichte, und gab doch noch durch Brausen mit Salpetergeist viele, mehrentheils fixe und wenig phlogistisirte Luft.

37. Vermischte Beobachtungen über Körper, welche einer anhaltenden Hitze ausgesetzt gewesen sind. Priestley hatte hiebey vornehmlich die Absicht, die Verwandlung des Wassers in Erde zu bestimmen, richtete aber hierin nichts aus. Wasser in zugeschmolzenen Glasröhren erhitzt ward milchig und setzte weiße Rinden, welche aber vom Zerfressen des Glases herrührten. Mit einem Ende ins Glüheseuer gelegte zugeschweißte Flintenläufe wurden von demselben sehr angefressen. Mit eingeschlossene gemeine Luft ward durch das Kochen des Wassers in Glasröhren nicht verändert. Aus dem Kalkwasser fiel durch anhaltende Hitze aller Kalk nieder; auch das Eisen aus Wasser, das mit fixer Luft geschwängert war. Mit dem färbenden Stoffe des Berlinerblaues geschwängertes Kalkwasser ließ viel Weißes fallen; eine Queckſilber- und Kupferauflösung im Salpetergeiste gaben, erstere einen dichten gelben, letztere einen dichten blauen Niederschlag, welche in der Kälte wieder aufgelößt wurden; eine gesättigte Salpeterauflösung setzte endlich eine weiße Rinde ab, so auch mit Salpeterdampf geschwängertes ätzendes Laugensalz, welches die Röhre sprengte. Aus dem Königswasser, das durch Schwängerung der Kochsalzsäure mit salpetersauren Dämpfen entstanden war, fiel das Gold zum Theil zu schönen rothen Krystallen nieder.

Andere Körper versuchte Priestley auf dieselbe Art in anhaltender Hitze: Weingeist bewirkte endlich eine dünne bläulichtweiße Rinde, so auch Aether von

Anfreſſung des Glaſes; Olivenöl ward einmal nicht verändert, ein anderesmal ſchwarz, dick und brenzlicht; Terpentinöl ward gelb; deſtillirter Eſſig blieb eine kurze Zeit unverändert; gemeiner Weineſſig ward endlich ſchwarz, ſchmeckte nicht mehr ſo ſcharf, und hatte die mit eingeſchloſſene Luft verdorben, daß 1 Maaß mit eben ſo viel Salpeterluft 1,4 betrug; auch deſtillirter ſetzte mit der Zeit einen ſchwarzen Stoff ab; mit flußſpathſaurer Luft geſchwängertes Waſſer ward beym Anfange des Siedens dunkelblau, in ſtarker Hitze wieder klar, und ließ, auch nach dem Erkalten, nichts fallen, welches Prieſtley von aufgelößter Flußſpathrinde herleitet; ätzendes flüchtiges Laugenſalz ward trübe, ließ nachher weißliche Theile fallen, und ſchien die Luftmenge vermehrt zu haben; durch Schwängerung des Waſſers mit laugenſalziger Luft bereitetes Laugenſalz bewirkte zuletzt eine dicke weiße Rinde; atmoſphäriſche Luft 8 Tage lang im warmen Sande ſtehen gelaſſen blieb völlig ungeändert; eine blaue Kupferauflöſung im Salmiakgeiſte ward ſogleich grün und nachher gelb.

38. Verſuche mit der Elektricität. Das Weſentlichſte von dieſen ſoll in der Folge angezeigt werden.

39. Vermiſchte Verſuche. 1. Von der Farbe der Mennige. Bey Erhitzung derſelben fand Prieſtley ſehr viel Aehnlichkeit zwiſchen ihr und dem Blute, ſowohl in Anſehung der Farbe, als auch ihrer Veränderung; in einem Löffel über Feuer ward ſie unten dunkelroth, oder ſchwarz, wie ſchwarzes oder phlogiſtiſirtes Blut, und ſobald ſie die freye Luft wieder berührte, ſo erhielt ſie auch die helle Röthe eines friſchen oder dephlogiſtiſirten Bluts wieder; nach dem

dem Erkalten war sie unverändert geblieben, und lieferte nachher in der Glühehitze weit weniger fixe, wohl aber eben so viel dephlogistisirte Luft, als sie vorher gegeben haben möchte; auch in einer Glasröhre ward ihre Farbe eben so verändert, zuletzt durch Hitze ganz schwarz und beym Erkalten wieder roth, ohne Zutritt äußerer Luft. Aus schwarzer gelb gewordene Mennige enthalte wenig oder gar keine Luft; ihre frische Farbe sey also ein Zeichen, daß reine Luft in ihr enthalten sey; die Entziehung der Röthe durch den Salzgeist beraubte sie des Vermögens, dephlogistisirte Luft zu erzeugen, nicht. 2. Von einer Mischung der vitriolsauren und flußspathsauren Luft. Sie blieben gleichförmig gemischt und zugelassenes Wasser bewirkte, vom Boden des Gefäßes bis oben, die Rinde auf gleiche Art. 3. Von der Eigenschaft der flußspathsauren Luft, das Glas zu zerfressen. Priestley entdeckte dieß, als er diese Luft in verschlossenen Glasröhren einer lange anhaltenden Hitze aussetzte, kalt griff sie das Glas nicht an. 4. Von der atmosphärischen Luft, die vom heißen Queckſilber angegriffen wird. Sie ward dadurch etwas phlogistisirt. 5. Von der Mischung der Vitriol- und Salpetersäure. Nach Priestley's Meynung scheinen diese beyden Säuren mit einander verbunden anders auf das Phlogiston zu wirken, als jede für sich einzeln thun würde; gemeiniglich werden sie vom Wasser eingesogen, ohne einander zu verdrängen; Salpetersäure zu concentrirter Vitriolsäure langsam gegossen mische sich erst nach und nach ohne Bewegung, aber beym Schütteln entstehe eine Erhitzung und viele Blasen, mit der Zeit falle ein weißer Stoff zu Boden, wenn beyde Säuren auch noch so rein gewesen sind; die gelbe Farbe der

Salpeterſäure werde durch die Vitriolſäure gefällt, ſo auch die dunkelgrüne Farbe von aufgelößtem Kupfer durch ſelbige benommen, und das Kupfer weiß niedergeſchlagen; durch Schwängerung der Salzſäure mit ſalpeterſauren Dämpfen bereitetes Königswaſſer ward vom Vitriolſauren heller, ſtieß durch Kochen in einer zugeſchmolzenen Glasröhre einen rothen Dampf aus, ſog ihn aber beym Erkalten wieder ein, und verlor ſeine angenommene blaſſe Pommeranzenfarbe. 6. Von der Auflöſung des Kupfers in ſtarker Salpeterſäure. Hiebey werde gar keine Luft entbunden, auch nicht bey der Uebertreibung derſelben. 7. Von der Luft aus Mennige, die in Salzgeiſt aufgelößt iſt. Beym Uebertreiben bis zur Trockniß gab die Auflöſung, wie ſie heiß zu werden anfing, eine dephlogiſtiſirte und ſehr wenig fixe, ſeitdem ſie aber kochte, gar keine Luft mehr. Eine geſättigte Auflöſung durch aufgegoſſene Säure weiß gewordener Mennige gab gar keine Luft, phlogiſtiſirte die in der Retorte befindliche Luft auch nicht. 8. Verſuche mit der Kälte. Kalkwaſſer blieb flüſſig, da Brunnenwaſſer zu Eis gefror, mit flußſpathſaurer Luft geſchwängertes war unvollkommen gefroren, und mit vitriolſaurer Luft geſchwängertes Kalkwaſſer blieb flüſſig, da mit der letztern Luft geſchwängertes Waſſer und Kalkwaſſer gefroren; ein anderesmal waren jene beyde auch völlig gefroren. 9. Von einem ſalzigen Körper, der aus Alaunerde und fixer Luft entſtanden iſt. Herr Achard hatte entdeckt, daß ſich aus verſchiedenen erdartigen Körpern und fixer Luft Kryſtalle erzeugen laſſen. Dieß gab Prieſtley'n Veranlaſſung, Achard's Prozeß einfacher einzurichten. Er füllte eine Unzenphiole mit Waſſer, das mit fixer Luft angeſchwängert, und mit

Alaun-

Alaunerde gesättigt war, an, und ließ es etliche Monathe stehen. Binnen dieser Zeit war ein großer Theil Wasser verdunstet, und im Bodensatze fand er einen Krystall aus 2 mit den Grundflächen zusammenhängenden sechsseitigen Pyramiden, welcher 5 bis 6 Gran wog und fast wie Alaun schmeckte. 10. Anmerkungen über den Artikel Gas in der neuen Auflage von Macquer's chemischem Wörterbuche. Die Luft der Atmosphäre werde nicht, wie Macquer und Lavoisier glaube, durchs Phlogiston zu fixer Luft, wohl aber lasse sich die fixe Luft in phlogistisirte, und diese wiederum in reine verwandeln, wozu aber mehr als ein Verfahren erfordert werde, besonders bey der Verbindung mit Wasser, da von jeder Menge fixer Luft ein Theil zu phlogistisirter werde, und diese durch verschiedenes Verfahren in reine Luft verwandelt werden könne. Die fixe Luft könne also ein Mittelding zwischen der reinen und phlogistisirten, nicht aber letztere ein Mittelding zwischen der reinen und fixen Luft heißen. Auch erzeugten Metallkalke mit zugesetzten brennbaren Körpern keine fixe Luft. Pflanzensaure Luft gebe es vielleicht nicht, und er habe sie nur für abgeänderte vitriolsaure Luft gehalten; er habe nicht, wie Macquer angebe und das Gegentheil gefunden zu haben berichte, behauptet, daß die fixe Luft die Entzündbarkeit der brennbaren nicht vermindere, sondern nur, daß Wasser aus einer Mischung beyder die fixe Luft einsauge, und die entzündbare, mit allen ihren ursprünglichen Eigenschaften, zurücklasse. Priestley bemerkt ferner, daß die entzündbare Luft selbst eine glühende Kohle auslöscht, und mit einem Lichte nicht anders angesteckt werden kann, als durch den Beytritt gemeiner Luft, und indem sie aus der Oeffnung einer Phiole herausfahre.

40. Verſuche und Beobachtungen, welche erſt nach dem Abdrucke der vorhergehenden Abſchnitte gemacht ſind. 1. Von dem mit Salpeterdampfe geſchwängerten Vitriolöle. Durch eine ſolche Anſchwängerung könne man die ſchönen federartigen Kryſtalle nach Belieben erhalten, wenn die Vitriolſäure höchſt ſtark, und ſalpeterſaure Dämpfe im Ueberfluß vorhanden ſind; ſie erſcheinen jedoch nur an den Wänden der Phiole, nicht in der Säure ſelbſt; wenn jene Säure beynahe geſättigt iſt, ſo wende man die Phiole auf allen Seiten herum, damit ſie allenthalben feucht werde. Hierauf laſſe man ſogleich Salpeterdampf in ſolchem Ueberfluß hinein, daß die Phiole davon recht roth werde und überlaufe; nach und nach werden ſich alsdann auch die Kryſtalle auf der Oberfläche der Säure erzeugen, aber auch alle wieder verſchwinden, ſobald der Salpeterdampf das Vitriolöl durchzogen haben wird. Durch wiederholtes Verfahren ſchieße endlich die Hälfte der Säure unregelmäßig als gefroren, doch mit der Zeit in einer kleinern Phiole auch wieder federartig an; das Flüſſige ſey dann reiner Salpetergeiſt. War in dem Vitriolöle Wachs aufgelößt geweſen, ſo wurden die Kryſtalle doch weiß; vermuthlich werde die Salpeterſäure ſehr phlogiſtiſirt, und dieſes ſcheine eine ſtärkere Verwandtſchaft derſelben zum Brennbaren zu beweiſen. 2. Von der Farbe der Salpeterſäure. Mit ſehr gelinder Hitze erhielt ſie Prieſtley faſt ungefärbt und doch ſehr ſtark; phlogiſtiſirte pommeranzengelbe ward mit der Zeit in Phiolen mit eingeſchliffenen Stöpſeln grün, der darüber ſtehende Dampf aber blieb pommeranzenfarbig. Einmal ward die Säure ſogar dunkelblau. In einer geräumigen Phiole werde die grüne Säure wieder pommeranzenfarbig, ſo auch

wenn

wenn sie zu starker Vitriolsäure gegossen werde. 3. Von der von Holzkohlen eingesogenen Salpeterluft. Glühende Holzkohlen verminderten sie über Queckſilber bis auf $\frac{1}{3}$ des Ganzen, und so blieb sie unverändert 2 Monathe; nachher griff die nicht verschluckte Luft die gemeine nicht an, auch nicht die durch Eintauchen in Wasser aus der Kohle getriebene; die Salpeterluft scheine also hierdurch ihrer Eigenschaft beraubt und bloß phlogistisirter geworden zu seyn. 4. Von einer dem Anscheine nach in entzündbare Luft verwandelten Salpetersäure. Prieſtley hatte schon einen ähnlichen Fall im ersten Bande angeführt; nachher wiederfuhr ihm ein merkwürdigerer. Mit Eisenfeil und Schwefel eingeschlossene Salpeterluft ward erst vermindert, blieb dann 2 Monathe unverändert, und nahm hernach wieder zu, etwa von der größten Verminderung an gerechnet um $\frac{1}{6}$ und war wirkliche entzündbare Luft, doch nicht so stark, als frisch aus Vitriolöl und Eisen entbundene; bey einem wiederholten Verfahren hatte sie um $\frac{2}{3}$ zugenommen, und ward auch entzündbar; durch die Dämpfe einer Schwefelleber hingegen ward sie bloß vermindert und phlogistisirt; gemeine Luft nahm über Eisenfeil und Schwefel auch nach der größern Verminderung wieder um $\frac{1}{3}$ zu, war aber bloß phlogistisirt. Prieſtley zweifelt, ob im ersten Falle die Salpeterluft zur entzündbaren geworden sey, oder nur einen Zusatz derselben erhalten habe, nachdem sie vorher zerlegt und phlogistisirt worden sey. 5. Von den verschiedenen Wirkungen der Schwefelleber und Zinkblumen auf den farbigen Salzgeist. Beyde entzogen ihm die gelbe Farbe; im ersten Falle aber erhielt er sie an freyer Luft wieder. 6. Von der Wirkung der seesalzsauren Luft auf die

Zinkblumen u. ſ. w. Dieſe ſowohl als auch die Mennige verſchluckten eine ſehr große Menge derſelben.

Im Anhange folgen endlich noch verſchiedene Schreiben von verſchiedenen Gelehrten, deren Inhalt vorzüglich aus Verſuchen der fixen Luft zur Heilung verſchiedener Krankheiten beſteht.

Der zweyte Band enthält ebenfalls ſehr wichtige Entdeckungen und Bemerkungen. In der Einleitung beſchreibt Prieſtley zwey Vorrichtungen: 1. zu Verſuchen über das Wachſen der Gewächſe in verſchiedenen Luftarten. Ein oben 18 Zoll weites und eben ſo tiefes Gefäß, um welches Stäbe geſteckt waren, an welche gläſerne mit Waſſer angefüllte Cylinder umgekehrt ſich befanden, ſo daß ihre Oeffnungen in das Waſſer eines irdenen Gefäßes reichten. In jedes gläſerne Gefäß ward hierauf eine beſondere Luftart gethan, und nachdem das Waſſer herausgelaſſen war, ſo wurden verſchiedene Pflanzen hineingebracht, deren oberſte Theile und Blätter der Luftart ausgeſetzt werden ſollten; die Wurzeln aber, oder Stengel, wurden mittelſt einer Unterlage immer in einer gewiſſen Höhe im irdenen Gefäße erhalten; 2. zur Erforſchung der Kraft verſchiedener Luftarten, die Hitze fortzupflanzen. Ein an beyden Enden offenes kugelförmiges Glas, in welches ein Thermometer gebracht und mit der zu prüfenden Luft umgeben werden konnte. Hierauf folgen folgende Abſchnitte:

1. Ueber das Wachſen des Weiderichs (epilobium hirſutum *Lin.*) in verſchiedenen Luftarten. Prieſtley hatte ſchon im vorhergehenden Bande angezeigt, daß derſelbe, ſowohl in entzündbarer als in gemeiner Luft, ſehr gut wachſe und von beyden,

den, wie von der Salpeterluft, beträchtlich viel einsauge. Bey wiederholten Versuchen ward das Wachsen in der entzündbaren Luft bestärkt; der Rückstand war phlogistisirt, mannichmal auch so gut, oder noch besser, als gemeine Luft, daß es also der entzündbare Stoff der Luft seyn müsse, den die Pflanze in sich nehme, ohne Zweifel zu ihrer Nahrung anwende, und in ihre Substanz umwandele. Einige andere Pflanzen, z. B. Wallwurzel (symphytum officinale *Lin.*), thaten solches auch, wenn gleich die Münze nicht so gut wie in gemeiner Luft trieb, ja mit der Zeit abstarb. Die Weiderichpflanzen wuchsen in und neben einem kleinen Wasser, aus dessen Schlamme oft von selbst Luftblasen aufstiegen, und aus welchem durch Umrühren eine große Menge entzündbarer Luft sich entband. Die Versuche selbst wurden im May und Junius des Jahrs 1779. angestellt. Ein Merkmal des guten und frischen Zustandes der in entzündbarer Luft wachsenden Pflanzen war die lebhafte grüne Farbe der Blätter, auch unter dem Wasser, welche sonst bald abstarben, wenn der obere Theil in gemeiner Luft stand; auch waren die Blätter im ersten Falle immer mit Luftblasen bedeckt, von welchen Priestley vermuthet, daß sie dephlogistisirte Luft enthalten haben. Daß selbige nicht von der im Wasser enthaltenen Luft, sondern von der von den Blättern eingesogenen und in die Substanz der Pflanzen übergegangenen Luft herrührten, glaubt Priestley durch andere Versuche entschieden zu haben, da in einem umgekehrt gestellten und mit Wasser angefüllten Gefäße von dem darin stehenden und mit dem obern Theile in ein Gefäß mit entzündbarer Luft geleiteten Stengel einer Weiderichpflanze theils dephlogistisirte, theils entzündbare Luft erhalten ward, welche letztere vom Uebermaaße der

einge-

eingesogenen nährenden Theile herrührte. Durch verfaulte Fische entstandene phlogistisirte Luft ward durch das Wachsen solcher Pflanzen auch sehr verbessert. Salpeterluft ward bis auf $\frac{1}{4}$ vermindert, und ließ ein Licht mit einer ruhigen blauen Flamme brennen, ward also zum Theil dephlogistisirt; in dephlogistisirter Luft starb der Weiderich bald ab, ehe sie noch merklich vermindert war, als welches wahrscheinlich erst die Fäulniß der Pflanzen bewirkte. Priestley glaubt schließen zu können, daß die dephlogistisirte Luft den Pflanzen allgemein schädlich sey, und dieß sey wiederum ein Beweis, daß die Luft des Dunstkreises durchs Wachsen der Gewächse gereinigt werde.

2. Ueber die Reinigung der Luft durch Pflanzen, und über den Einfluß des Lichts auf diese Wirkung. Priestley hatte die Einwirkung des letzten im vorhergehenden Bande durch Hülfe einer grünen Materie behauptet, welche er nun, nach Bewley's Beobachtung, wirklich für eine Pflanze hält, zumal der Zweifel, ob sie auch in genau verschlossenen Gefäßen entstünde, dadurch gehoben ward, daß keine entstand, wenn dem Saamen durch Quecksilber aller Zugang zum destillirten Wasser abgeschnitten war. Da keine Pflanze ohne Licht wachsen könne, oder wenigstens weiß und in anderer Rücksicht schwach und kränklich bleibe, so habe ehedem durch bloße Wärme kein grüner Stoff erzeugt, mithin keine reine Luft angesammelt werden können. Zum Beweise brachte er Wasser aus einem Troge, der viel solchen grünen Stoff enthielt, in ein dunkeles Zimmer; in diesem Falle entwickelte sich keine Luft mehr. Eben so lieferte auch Wasser, das vorher im Sonnenlichte häufige Luft entwickelt hatte, im Finstern keine Luft; nachdem

es

es aber wieder ans Sonnenlicht gebracht war, und die grüne Materie sich erzeugt hatte, fand auch eine lebhafte Entbindung der Luft wieder statt. Auch in Wasser mit gebratenem Rindfleische, und mit kleinen Stücken von Gurken, erzeugte sich in der Sonne grüne Materie und entwickelte reine Luft, im Schatten aber gab es im ersten Falle keine, im letztern nur wenig völlig phlogistisirte Luft. Da ferner einerley Wasser, der Sonne mit grüner Materie ausgesetzt, sehr bald, ohne solcher aber nur nach Entstehung derselben Luft entwickelte, so ward Priestley in seinem Schlusse bestärkt, daß die Erzeugung der Luft nicht durch die bloße Wirkung des Lichts auf das Wasser, sondern durch die grüne Materie, und zwar durchs Wachsen derselben, bewirkt werde, weil sie nicht mehr dazu geschickt war, wenn man sie erhitzt, mithin wahrscheinlich getödtet hatte. Auch andere Wasserpflanzen lieferten, der Sonne im Wasser ausgesetzt, sehr reine Luft; dieß hörte jedoch endlich auf, ob sie gleich in frischem Wasser abermals und eben so häufig neue Luft gaben; aus dem Wasser, in welchem sie nicht mehr fortwuchsen, ward durch Austreiben die reinste Luft erhalten. Der eigentliche Ursprung der erzeugten Luft sey also nicht in der Pflanze und dem Lichte zu suchen, sondern diese seyen nur die Mittel, diese Wirkung bey einem andern Körper hervorzubringen; in allen Fällen stehe die Menge der hervorgebrachten Luft in einem gewissen Verhältnisse zum Volumen des Gefäßes, und betrage, außer der im Wasser selbst aufgelößt enthaltenen, nie über den achten Theil desselben. Brunnenwasser gab in einem Gefäße, welchem noch grüner Stoff anhing, in 14 Tagen über den zehnten Theil seines Maaßes sehr dephlogistisirte Luft; ein anderes mal Brunnenwasser aus einem Troge mit vielem grünen Stoffe, das

ganz

ganz trübe ausſah, in einer Woche einen Antheil ſo reiner, daß ſie mit zwey gleichen Antheilen Salpeterluft nur 0,5 am Gradmeſſer zeigte. In dieſem Falle finde alſo keine eigentliche Erzeugung, ſondern nur eine Reinigung, oder Dephlogiſtiſirung der ſchon im Waſſer vorhandenen Luft ſtatt, und, wie die Waſſerpflanzen dieſe Luft reinigen, ſo mögen auch die in der Atmoſphäre wachſenden Pflanzen dieſelbe verbeſſern. Prieſtley hatte ſich vorgenommen, dieſe Unterſuchungen weiter fortzuſetzen; allein die um dieſe Zeit von Hrn. Ingenhouß gemachten Verſuche, von welchen das Weſentlichſte weiter unten angeführt werden wird, waren ihm ſchon hinreichend, ſeine Wißbegierde zu befriedigen.

Dieſe Beobachtungen, glaubt er, belehren uns, daß die mit Waſſer verbundene Luft ſo gut, als die außer dem Waſſer befindliche und elaſtiſche, geneigt ſey, durch das Athemholen phlogiſtiſch, und durch die Vegetation dephlogiſtiſirt zu werden. So machten z. B. Fiſche die in dem Waſſer befindliche Luft unrein, Waſſerpflanzen aber äußerten eine dieſer entgegengeſetzte Wirkung. Dieß ſey ohne Zweifel einer der größten Vortheile, den das Schilf und andere Waſſerpflanzen, an welchen friſche ſtehende Gewäſſer und auch Seen einen Ueberfluß haben, verurſachten. Uebrigens verliere zur Wäſſerung des Graslandes angewandtes Quellwaſſer ſein Vermögen, die Erde fruchtbar zu machen, nicht durch Abſetzung einiger Theile auf den Boden ſelbſt, ſondern weil ihm die mit aus der Erde gebrachte enthaltene unreine, nämlich mit Phlogiſton überſättigte, Luft durch die Wurzeln der Kräuter entzogen und es dann mit dephlogiſtiſirter Luft angefüllt werde, mithin den Pflanzen keine nährenden Theile mehr darreichen könne.

3. Mehrere Beobachtungen über das grüne pflanzenartige Wesen, mit welchem verschiedene im vorhergehenden Bande beschriebene Versuche angestellt worden sind. Nach Priestley's Meynung könne demselben der Nahme conferva zukommen, obgleich ihre natürliche Geschichte noch unbekannt sey. Der Saame schwebe in der Luft, und könne zu allen Jahrszeiten, nur nicht bey wirklichem Froste, im Wasser wachsen, und Luft hervorbringen. Faulende thierische und Gewächstheile schienen diese Pflanze zu nähren, doch habe er auch bemerkt, daß einige dem Wachsthume derselben ungünstig seyen, und es vielmehr verhinderten. In Regenwasser erfolgten das Wachsen und die Entwickelung der Luft später, als in Brunnenwasser, weil es weniger und reinere Luft enthalte; in destillirtem Wasser überhaupt sehr spät. Einmal habe es mit gekochtem Schöpsenfleisch aufbewahrt früher grünen Stoff und Luft gezeigt, als Regenwasser, welches vom Dache eines Hauses gesammelt, und vielleicht mit nachtheiligen Theilen geschwängert gewesen sey. Das Grüne sey auch, in einem vorher mit fixer Luft und Eisen geschwängert gewesenen Wasser, im Zustande, Luft von sich geben, gefunden worden, ob schon das Eisen niedergeschlagen und die Luft abgeschieden, folglich nur gemeines Wasser zurückgeblieben sey; auch habe er es sowohl in dem mit Küchensalz als mit Salpeter geschwängerten Wasser entdeckt; aus letzterm habe es nicht völlig so reine Luft zu geben geschienen. In Wasser, welches stark mit fixer Luft geschwängert war, erschien kein Grünes, ehe die Luft entwichen war, und dann war die Luft höchst rein, und zeigte mit 2 Theilen Salpeterluft 0,5.

4.

4. Ueber die Erzeugung der grünen Materie und der reinen Luft im Wasser durch Hülfe verschiedener vegetabilischer Substanzen. Einige lieferten viel entzündbare Luft, wenn sie zu faulen anfingen, sie mochten in der Sonne oder im Schatten stehen. Andere, welche über Quecksilber entzündbare und fixe Luft durch die Fäulniß geliefert haben würden, gaben jetzt nur das der grünen Materie angemessene Nahrungsmittel und lauter reine dephlogistisirte Luft, weil das Brennbare, welches sonst zur entzündbaren Luft geworden wäre, nun zur Nahrung der Pflanze verwandt ward, welche durch Einwirkung des Lichts reine Luft hervorbrachte. Kohlblätter beförderten das Wachsthum der grünen Materie an der Sonne bald und gaben lauter dephlogistisirte Luft, welche mit 2 Theilen Salpeterluft 0,67 auch 0,6 betrug, wobey auch kein unangenehmer Geruch zu spüren war, den man im Schatten bemerkte, wo von der entbundenen Luft $\frac{1}{3}$ fixe und der Ueberrest sehr entzündbar war; zu viel Kohl gab auch an der Sonne entzündbare und wenig fixe Luft, so auch Sallat; Springkraut lieferte erstlich gemeine, hernach mit frischem Wasser so reine Luft, daß der Gradmesser mit 2 gleichen Mengen Salpeterluft 0,66 zeigte. Eine halbe 6 Quentchen schwere Gurke gab mit 70 Unzenmaaß Wasser an der Sonne nach 3 Wochen 1 Unzenmaaß so reine Luft, daß der Gradmesser mit 2 gleichen Theilen Salpeterluft 1,0 zeigte, im Dunkeln $\frac{1}{3}$ Unzenmaaß völlig phlogistisirte Luft. Weiße Lilien gaben wegen ihres vielen ausdunstenden Brennbaren phlogistisirte Luft. Dünne Scheiben von Erdbirnen beförderten das Wachsen der grünen Materie an der Sonne sehr, und die erzeugte Luft zeigte mit 2 Maaß Salpeterluft 0,54 auch 0,58; viele gekochte mit wenigem

.igem Wasser gaben fixe und phlogistisirte Luft. 3 Scheibchen Rüben lieferten mit 90 Unzenmaaß Wasser 9 Unzen so reine Luft, daß sie in gedachter Probe 0 75 gab. Die Zwiebeln waren der Erzeugung reiner Luft am ungünstigsten; nur dann gelang es, grüne Materie hervorzubringen, wenn ein kleiner Theil mit sehr vielem Wasser der Sonne ausgesetzt ward. So gaben 2 Quentchen 12 Gran mit 200 Unzenmaaß Wasser in 25 Tagen 6 Unzenmaaß Luft, welche mit 2 Theilen Salpeterluft 1,2 zeigte, dahingegen 5 Quentchen und 35 Gran derselben mit $3\frac{1}{2}$ Unze Wasser in 3 Monathen nur etwas mehr, als $\frac{1}{2}$ Unzenmaaß völlig phlogistisirte Luft lieferten.

5. Ueber die Erzeugung der Luft vermittelst grüner Materie aus thierischen Substanzen. Die thierischen Substanzen waren im Ganzen genommen dem Wachsen der grünen Materie und der Erzeugung der reinen Luft nicht günstiger, als die vegetabilischen Substanzen, doch wurden Fische, Rindfleisch, Kalbfleisch, eine todte Maus und Schafgehirn an der Sonne mit grüner Materie bedeckt, und gaben dann dephlogistisirte Luft, im Schatten keine; 7 Quentchen 12 Gran vom Bodensatze des Schafbluts mit 200 Unzen Regenwasser blieben an der Sonne roth, und gaben nie mehr als 1 Unzenmaaß völlig phlogistisirte Luft von sich. Schöpsentalg und wenige Schöpsenfleischbrühe gaben gar keine Luft. $\frac{1}{2}$ Unze Schafgalle mit der Gallenblase in 200 Unzen Wasser gebracht erhielt in wenigen Tagen eine grüne Farbe, und erzeugte alsdann Luft, welche aber binnen 3 Wochen wieder eingesogen war. Priestley meint, weniger Galle, oder früheres Herausnehmen derselben möchte einen besseren Erfolg verschafft haben,

und schließt mit Bemerkungen, daß in heißen Ländern im Wasser faulende Körper durch Nahrung des Pflanzenstoffs, welcher dem Luftkreise dephlogistisirte Luft liefere, der Verderbung der Luft durch das Faulen vorbeugen. Eben dadurch würden stehende Gewässer weniger nachtheilig für die Gesundheit, als sie sonst seyn würden, indem der ekelhafte Schaum auf ihrer Oberfläche aus der reinsten dephlogistisirten Luft bestehe, welche vermittelst der Wasserpflanzen, die in einem stehenden Wasser besser wüchsen, hervorgebracht sey, u. s. w.!

6. Ueber die Luft, welche die im Wasser faulenden Stoffe hervorbringen. Zwiebeln gaben an der Sonne und im Schatten mit weniger fixer gemischte entzündbare Luft; so auch Möhren, Pastinaken und Rüben. Auch verschiedene Früchte waren der Erzeugung reiner Luft nicht günstig, sondern gingen, wie gedachte Wurzeln, in Fäulniß über, und gaben mit mephitischem Gas gemischte entzündbare Luft, z. B. Pfirschen, an der Sonne und im Schatten $\frac{3}{4}$ fixe und $\frac{1}{4}$ entzündbare, jedoch an der Sonne doppelt so viel dem Raume nach als im Schatten; 2 Judenkirschen an der Sonne gaben $\frac{1}{3}$, im Schatten $\frac{1}{5}$ eines Unzenmaaßes entzündbare Luft, so auch Aprikosen. Durchs Kochen lieferten gedachte nährende Stoffe keine entzündbare Luft, sondern Zwiebeln, Sallat und Möhren gaben Luft, deren vom Wasser nicht eingesogener Rest phlogistisirt war, und nur die Fäulniß entwickelte die entzündbare, aus welcher auch die von gekochten und nachher im Wasser verfaulten Erdbirnen und Möhren gewonnene Luft zur Hälfte, und die übrige aus fixer Luft bestand, womit auch die wenige Luft aus Zwiebeln übereinkam; dahingegen in der

noch

noch geringern Menge, welche gekochter Sallat beym Faulen gab, keine entzündbaren Theile entdeckt werden konnten. Aus den in diesem und dem folgenden Abschnitte angeführten Versuchen glaubt Priestley folgern zu dürfen, daß der in den vegetabilischen und thierischen Substanzen enthaltene nährende Stoff, zu dessen Entdeckung sie hauptsächlich angestellt waren, ein brennbares Wesen, oder der Grundstoff der Entzündbarkeit sey, welches sich in einem solchen Zustande befinde, daß es durch die Fäulniß eine wahre entzündbare Luft, doch überhaupt keine solche, die mit einem starken knallenden Geräusch brennt, sondern vielmehr ein Gas, daß sich mit einer blauen und ausbreitenden Flamme entzündet, und in einem gewissen Verhältnisse mit fixer Luft vermischt ist, darzustellen geschickt sey. Bey der Fäulniß werde bloß der brennbare Stoff entwickelt und mit keinem andern Wesen vereinigt, außer nur mit dem, vermöge dessen es die Gestalt einer entzündbaren Luft annimmt; bey der Ernährung aber werde er unmittelbar in dem Magensafte, und in dem daraus gebildeten Milchsafte aufgelößt erhalten, mit demselben in den Kreislauf gebracht, nachher in den Lungen wieder aus dem Blute abgesondert, und der Luft der Atmosphäre, welche dadurch phlogistisirt werde, mitgetheilt. Alle nährende Stoffe enthalten nicht nur ein brennbares Wesen, sondern seyen auch, wie er glaube, geschickt, durch die Fäulniß eine eigene entzündbare Luft von sich zu geben. Indessen schienen doch die Wurzeln der eßbaren Pflanzen dieselbe in größerer Menge von sich zu geben, als andere Gewächstheile, wiewohl mit einigen Verschiedenheiten.

7. Ueber die durch verschiedene in Quecksilber faulende Substanzen hervorgebrachte Luft. Diese Versuche wurden mit kleinen Theilen thierischer Körper angestellt, welche nach Priestley erwiesen, daß derselbe Stoff, welcher in einer großen Menge entzündbare Luft gebe, in einer kleinern phlogistisirte geben könne. Ein kleiner Fisch, gekochtes und rohes Rindfleisch, gebratene Kälberhalsflechse, gaben verschiedene Luft, welche aus fixer und ein Licht auslöschender gemischt war; rohes Lammfleisch lieferte eine aus fixer und wenig unmerklich entzündbarer, gebratenes aus $\frac{1}{2}$ auch $\frac{3}{4}$ fixer und das übrige entzündbarer gemischte Luft. Faulende Mäuse gaben ebenfalls aus fixer und entzündbarer gemischte Luft. Hiebey sonderte sich eine große Menge aufgelößtes Blut, oder eine andere rothe und dünne Flüssigkeit ab; nachdem diese von den festen Theilen abgesondert war, so fuhren diese immer noch fort, Luft von sich zu geben, indeß sich aus jener Feuchtigkeit wenig oder gar kein Gas entwickelte. Vielleicht, meint Priestley, seyen es in allen Körpern nur feste Theile, welche zur Bildung einer dauernden Luft beytragen. Gehirnmark von einem Schaafe gab Luft, von welcher $\frac{1}{5}$ Unzenmaaß entzündbare, die übrige fixe Luft war, der borkige Theil des nämlichen Gehirns gab etwas weniger, sonst in gleichem Verhältnisse gemischte Luft; 48 Gran Schöpsenfleischbrühe gaben 0,32 Unzenmaaß Luft, deren größter Theil fixe und der Ueberrest scheinbar entzündbar war; eben so viel Bodensatz vom Schaafsblute lieferte eine zu kleine Luftblase, als daß sie hätte untersucht werden können; Blutwasser gab auch einige wenige; $1\frac{1}{2}$ Unzenmaaß Schaafsgalle und 1 Unzenmaaß Milch lieferten fast $\frac{1}{2}$ Unzenmaaß, größtentheils fixe, mit weniger phlogistisirter gemischte Luft.

8.

8. Ueber die Erzeugung der entzündbaren Luft aus einem mit Wasser, Eisenfeil und Schwefel bereitetem Teige. Da Priestley zuvor beobachtet hatte, daß Salpeterluft von solcher Mischung nach einiger Zeit sehr entzündbar und an Menge vermehrt worden war, so äußerten sich bey ihm einige Zweifel, ob der entzündbare Stoff einer fernern Veränderung der Salpetersäure, oder der Ausdünstung einer eigentlichen entzündbaren Luft aus der Mischung zuzuschreiben sey. Diese Zweifel aber verloren sich, da er versichert war, nie bemerkt zu haben, daß diese Mischung weder im Wasser, noch im leeren Raume, ausgenommen bey einem beträchtlichen Grad der Hitze, Luft erzeuge. Indessen lehrten neue Versuche, daß allerdings entzündbare Luft aus dieser Mischung entbunden worden war, wenigstens ward bey langer Aufbewahrung in allen Gefäßen entweder eine entzündbare (wenn die Mischung frisch war), oder dephlogistisirte (wenn sie alt war) Luft bewirkt. Diesen Versuchen verdankt Priestley auch die Beobachtung, daß in diesem und vielen andern Fällen, wo gemeine Luft durch phlogistisches Verfahren vermindert wird, zuerst wahre entzündbare Luft entstehe, und zu derselben Zeit, noch vor der Phlogistisirung der gemeinen Luft, zerlegt werde. Die nämlichen Substanzen, welche in Queckſilber oder Wasser aufbewahrt entzündbare Luft gaben, machen gemeine Luft nur phlogistisirt, und Priestley ist daher fast geneigt zu schließen, daß die Luft nur durch solche Stoffe, welche unter gewissen Umständen entzündbare Luft geben würden, phlogistisirt werden, obgleich mit gemeiner Luft gemischte entzündbare sonst in der Wärme der Atmosphäre nur sehr schwach zerlegt werde, dahingegen sie in der Glühehitze, durch welche sie in Brand ge-

rathe, wegen der Abſcheidung des Brennbaren und deſſen Uebergange in die Miſchung der dephlogiſtiſirten Luft, zu welcher die gemeine geworden, mit ohngefähr $\frac{1}{4}$ der gemeinen Luft verſchwinde.

Viele Miſchung aus Eiſenfeilſpähnen und Schwefel vermehrte den Umfang weniger gemeiner Luft zwar in $3\frac{1}{2}$ Monathen, aber die Luft war nur phlogiſtiſirt, jedoch vielleicht vorher entzündbar geweſen. Ein anderes mal gab ſolche Miſchung unter Waſſer, ungeachtet ſie ſehr gut aufſchwoll und ſchwarz ward, doch in 14 Tagen keine, aber nach 3 Wochen ein gleiches Maaß ſehr entzündbarer Luft, und ein anderer Antheil der Miſchung, unter gleichen Umſtänden, bloß phlogiſtiſirte Luft. Viele ſolche entzündbare Luft ward, mit eiſernen Nägeln $3\frac{1}{2}$ Monathe aufbewahrt, phlogiſtiſch und hatte die Entzündbarkeit verloren. Viele Miſchung in Queckſilber gethan hatte in 17 Tagen, bey der Wärme des Dunſtkreiſes, ein gleiches Maaß ſehr entzündbare Luft gegeben. Fernere Verſuche lehrten, daß dieſe Miſchung alle Luftarten in einem hinreichenden Zeitraume, durch den Zuſatz einer nach gewiſſen bekannten oder unbekannten Umſtänden größern oder kleinern Menge entzündbarer Luft, vermehrte. Gemeine Luft ward aber zuerſt ohngefähr um den vierten Theil vermindert, und nachher nahm ſie wieder an Umfang zu, und ward dann anfänglich ſchwach, darnach ſtark entzündbar, daß alſo die erzeugte entzündbare Luft im erſten Falle durch die Phlogiſtiſirung der gemeinen zerlegt worden ſeyn mußte, ehe ſie in ihrer eigenen Geſtalt erſcheinen konnte. Ferner fand Prieſtley, daß eine friſche Miſchung entzündbare, eine ältere aber nur phlogiſtiſirte Luft gab; er konnte aber die Zeit nicht beſtimmen, wenn die Entbindung der entzünd-

zündbaren Luft aufhörte, da auch alte Mischungen beynahe eben so viel entzündbare gaben als frische. Von einer und derselben Mischung lieferten $1\frac{1}{2}$ Unzenmaaß in weniger gemeiner Luft binnen einem Jahre 14 Unzenmaaß entzündbare Luft und waren hart, im Wasser ohne Luft binnen einem Monathe 3 Unzenmaaß, in 11 Monathen 11 Unzenmaaß sehr entzündbare Luft und blieben weich. Eben so unbeständige Erfolge zeigte die Schwefelleber, welche Salpeterluft in 5 Monathen sehr vermehrt und entzündbar gemacht, in Queckſilber aber in mehreren Monathen keine Luft gegeben hatte. Unter den folgenden Versuchen, zur Bestätigung, daß die gemeine Luft gewöhnlich durch eine wirkliche Zerlegung eines kleinen Theils entzündbarer Luft phlogistisirt würde, fand Priestley diesen am entscheidendsten, da 1 Theil Eisenfeil mit Schwefel gemischt, in eine mit Wasser gefüllte Phiole gethan, in 4 Wochen viel, nach deren Ausziehung in 2 Monathen noch mehr entzündbare Luft gab, mithin im Stande war, dergleichen zu liefern; durch hinzugelassene gemeine Luft ward sie in 2 Monathen merklich vermindert; nachdem sie aber ausgezogen war, gab die Mischung in Wasser binnen 4 Monathen wiederum sehr entzündbare Luft. Jedoch schließt Priestley nicht, daß gemeine Luft nicht auch auf eine andere Art vermindert werden könne, denn vielleicht werde man noch beobachten, daß alle Stoffe, welche die gemeine Luft zu phlogistisiren vermögen, auch, obgleich nicht in der Wärme der Atmosphäre, doch wenigstens in stärkerer Hitze, oder durch eine andere Behandlung, entzündbare Luft geben können, und verweißt hierüber auf die Metalle und alle faulende Stoffe. Heimliche Gemächer seyen oft mit entzündbarer Luft überflüssig versehen gefunden, und verminderten die gemeine Luft eben so,

wie andere faulende Stoffe. Prieſtley unterſuchte ferner, ob nicht mittelſt einer Glühehitze bewirkt werden könnte, daß eine Menge entzündbarer Luft ſich mit ihrem Brennbaren der gemeinen mittheilte, beobachtete auch bey längerer Dauer eine ſehr merkliche und mannichmal eine beträchtliche Verminderung, jedoch nie eine vollkommene Phlogiſtiſirung, ſondern ein Licht brannte in ihr mit einer blauen Flamme, es mochten 2 Theile gemeiner mit 1 Theil entzündbarer, oder 1 Theil von dieſer mit 2 Theilen von jener vermiſcht geweſen ſeyn. Eben ſo verhielt ſich auch eine Miſchung aus gleichen Theilen dephlogiſtiſirter und entzündbarer Luft; die Verminderung betrug 1, $\frac{2}{5}$, $\frac{2}{3}$, aber ein Licht brannte in ihr noch mit einem beträchtlichen Kniſtern. Beſſer ging es, als entzündbare Luft nach und nach bey kleinen Portionen der gemeinen zugeſetzt, und das Gefäß zu gleicher Zeit ſehr nahe ans Feuer gebracht ward; die gemeine hatte dabey am Umfange nicht zugenommen, die Miſchung ward nicht entzündbar, jedoch ſo phlogiſtiſirt, daß ſie mit gleicher Menge Salpeterluft 1,36 zeigte, da gemeine mit der nämlichen Salpeterluft 1,26 gab. Prieſtley ſcheint daher zu vermuthen, daß bey langſamer Miſchung auch in der Wärme der Atmoſphäre eine Verminderung um $\frac{1}{4}$ und vollkommene Phlogiſtiſirung erreicht werden könne. Uebrigens ſind dieſe Verſuche im Jahre 1779. und 1780. angeſtellt.

9. Ueber die Luft, die, wie man dafür hält, aus den Schweißlöchern der Haut hervorkommt, und über die Wirkungen der Ausdünſtung des Körpers. Ingenhouß hatte behauptet, daß aus der menſchlichen Haut ununterbrochen Luft herausgehe. Nach Prieſtley hat

er

er sich aber geirrt; denn die Luft, welche er erhalten habe, sey keinesweges aus der Haut herausgekommen, sondern sie habe sich vielmehr aus dem Wasser, in welches die Arme, oder andere Theile des Körpers getaucht wurden, abgeschieden, wie dieß die Beschaffenheit der Luft selbst beweise, indem sie nämlich eine Vermischung aus fixer und zum Theil phlogistisirter Luft gewesen sey, an welcher überhaupt das Brunnenwasser einen Ueberfluß habe; auch bewiesen die an den nämlichen Oertern der Haut entstehenden Luftblasen nicht, daß die Luft aus der Haut selbst hervorgekommen sey, indem bey jeder Entbindung der Luft aus dem Wasser die Bläschen immer an hineingetauchte Körper erzeugt würden. Gleiche Erscheinungen erfolgen, wenn man ein Stück Metall oder Glas in ein luftleeres Gefäß mit lufthaltigem Wasser lege, nicht aber, wenn das Wasser keine Luft enthalte, und das Metall oder Glas sorgfältig abgewischt sey; ausgepumptes Wasser, das nach Ingenhouß wegen geschwinder Einsaugung der Luft bey ihrer Entbiudung aus der Haut zu dem Versuche nicht tauge, sollte sonst am ersten tauglich seyn, weil es die Erfahrung außer Zweifel setzen würde; überdem sauge Wasser keine Luftart, besonders keine solche zum Theil phlogistisirte so geschwind ein, als Ingenhouß die Entbindung ansetze, und der Bau des menschlichen Körpers gebe bis jetzt durch keine bekannte Luftgefäße Anlaß zum Argwohn, daß aus der Haut Luft hervorkomme. Priestley selbst hat seinen entblößten Arm in abgekochtes Regenwasser getaucht, alle sich anhängende Luftblasen sorgfältig abgewischt, und in einer ganzen halben Stunde keine wieder bemerkt.

Ferner haben die Herren Cruikſhank und vor ihm Moſcati angenommen, daß das Brennbare die gemeine Luft in fixe verwandele; wenn dieß aber, meint Prieſtley, ſeine Richtigkeit hätte, ſo würde auch folgen, daß die Ausdünſtung thieriſcher Körper im geſunden Zuſtande die nämliche Wirkung auf die Luft äußere, welche das Athemholen hervorbringe, nämlich ſie phlogiſtiſire und ſchädlich mache; allein die Erfahrungen, welche er im erſten Bande angeführt habe, ſeyen dieſer Meynung entgegen, indem vom Körper keine unreinere Luft erhalten worden ſey. Daß Kalkwaſſer in den Gefäßen trübe geworden ſey, in welchen Cruikſhank vorher ſeinen Fuß gehalten, beweiſe nichts, da ſolches ohnedem auch erfolgt ſeyn würde, wenn eine große Oberfläche deſſelben der Atmoſphäre ausgeſetzt worden wäre; endlich ſey die Luft in einer feuchten Rindsblaſe, die ohngefähr 1 Nößel maaß Luft enthielt, und die er in der Nähe des Knöchels am Beine befeſtigte, eine Stunde lang nahe am Feuer gehalten ſo rein geweſen, als die atmoſphäriſche; auch trübte ſie das Kalkwaſſer nicht.

Prieſtley wiederholt alſo ſeine Behauptung, daß bloß das Athmen, und keinesweges die Ausdünſtung des Körpers, die atmoſphäriſche Luft verderbe.

10. Beobachtungen, welche auf die Erklärung des Urſprungs der fixen Luft abzwecken, die man in der ein- und ausgeathmeten entdeckt. Man hatte bisher allgemein die Meynung, daß gemeine Luft durch den Zuſatz eines brennbaren Weſens in fixe verwandelt werde. Allein Prieſtley meint, daß alle bisherige zu Gunſten derſelben angeführten Verſuche nur zu erkennen gäben, daß die gemeine Luft, wenn ſie phlogiſtiſirt worden

worden sey, fixe zu seyn scheine. Allein dieß könne wohl der Fall seyn, wenn sich eine beträchtliche Menge fixer Luft in der Atmosphäre befindet, indem der Zusatz eines brennbaren Wesens, oder vielmehr die Vereinigung desselben mit gemeiner Luft, wodurch diese phlogistisirt werde, die fixe Luft niederschlagen könne. Einen Theil derselben verrathe das Kalkwasser, wenn sie der freyen Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt werde, aber außer diesem Theile, welchen es einsauge, enthalte dieselbe noch eine andere Menge weit genauer und inniger mit ihr verbundener fixer Luft, indem sie hernach noch gleich geschickt zum Athmen bleibe, und, wenn sie mittelst desselben oder der Fäulniß phlogistisirt worden sey, dem Anscheine nach eine weit grössere Menge fixer Luft daraus niedergeschlagen werde. Die auf diese Art zum Vorschein kommende fixe Luft habe zu der Meynung verleitet, daß solche durch die Vereinigung des Brennbaren mit der gemeinen Luft gebildet werde; allein, frägt Priestley, warum verwandele nicht der Zusatz einer größern Menge von brennbarem Wesen das Ganze in fixe Luft? Nie finde diese Verwandlung statt; denn bey einer einfachen Phlogistisirung überschreite die Verminderung nie den vierten Theil irgend einer gegebenen Menge gemeiner Luft, der übrigbleibende Theil sey ein so sehr, als jede andere Luftart, von der fixen Luft verschiedenes Wesen, und vergeblich die Bemühung, ihn durch mehr Brennbares in solche zu verwandeln. Ueberdieß scheine nach der größern Verminderung der gemeinen Luft durch phlogistisirende Prozesse keine größere Menge fixer Luft durchs Athmen hervorgebracht worden zu seyn, als vorher in der gemeinen enthalten gewesen sey, und aus derselben niedergeschlagen werde, daß mithin das Athmen im Kalkwasser hauptsächlich zu solchem

Irr-

Irrthume verleitet habe, zu deſſen Trübung jedoch ſehr wenige fixe Luft ſchon hinreiche. Dieſe Betrachtungen leiteten Prieſtley'n auf Verſuche, welche zwar neue Schwierigkeiten kennen lehrten, jedoch einiges aufklärten. Ueberhaupt fand ſich in Anſehung der Menge entwickelter fixer Luft eine Verſchiedenheit, deren Urſache Prieſtley nicht angeben kann; das Athemholen ſchien die Luft weniger zu vermindern, als die Fäulniß, oder verſchiedene andere Prozeſſe. Zur Sperrung ward hiebey Queckſilber gebraucht. Luft, welche durch eine in ihr geſtorbene Maus nachher in einigen Tagen nicht weiter vermindert war, ward durch Kalkwaſſer um $\frac{1}{21}$ ihres Volumens vermindert; ein anderes mal ward durch gleich nach dem Tode einer Maus zugelaſſenes Kalkwaſſer $\frac{1}{19}$ und mittelſt des Schüttelns im Waſſer in allem $\frac{1}{10}$ eingeſogen; bey der Prüfung mit gleichen Mengen Salpeterluft zeigte der Gradmeſſer 1,76, daß folglich nur wenig an der vollkommenen Phlogiſtiſirung fehlte; Luft, in welcher eine Maus nach dem Tode 4 Tage gelegen und nichts eingeſogen hatte, verlor bey zugelaſſenem Waſſer $\frac{1}{8}$ und das übrige gab mit Salpeterluft 1,8; abermals eine völlig ausgewachſene, aber noch junge Maus lebte 7 Stunden in 10 Unzenmaaß gemeiner mit Queckſilber geſperrter Luft; zugelaſſenes Kalkwaſſer ward trübe, und ſog $\frac{1}{15}$ ein, worauf der Ueberreſt ſehr wenig fixe Luft zu enthalten ſchien, ob es gleich durch Schütteln im Waſſer ſtärker, als je, nämlich um $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{6}$ vermindert war. Auf ſolche Art könne man den Antheil nicht leicht beſtimmen, welchen die Fällung der fixen Luft an der Verminderung habe, aber ſo viel erhelle doch aus dieſen Verſuchen, daß die Einſaugung ſo lange nicht ſtatt finden könne, als die Luft mit Queckſilber geſperrt ſey, weil vermuthlich keine

Theile

Theile gegenwärtig seyen, mit welchen sich der einsaugende Stoff unter diesen Umständen vereinigen könne, wenn man ihn gleich durch hinzugelassenes Wasser leicht trennen könne.

Nunmehr versuchte Priestley auch zu erfahren, wie viel fixe Luft durch sein eigenes Athmen in einer gegebenen Zeit bewirkt würde, und wie viel er binnen der Zeit phlogistisch machen könnte. Priestley füllte daher eine 3 Fuß lange und 1 Zoll weite Glasröhre mit Kalkwasser so voll, daß nichts überfloß, wenn er seinen Athem, durch eine kleinere ähnliche Röhre, durch selbiges gehen ließ, athmete so 2 Minuten hindurch, goß das Trübe ab, und trieb durch zugesetzte Vitriolsäure, nachher durch Hitze, alle fixe Luft aus, worauf er, nach Abrechnung der zugleich entbundenen eigenen Gasart oder auch wohl entwischten fixen Luft, alle auf diese Art erzeugte fixe Luft auf 1 Unzenmaaß schätzte. Kalkwasser für sich gab mit eben so vieler Vitriolsäure in einer Hitze, welche den 212ten Grad Fahrenh. nicht überstieg, nur $\frac{1}{4}$ Unzenmaaß Luft, welche vom Kalkwasser nicht verändert ward; auch war nur $\frac{1}{2}$ Unzenmaaß fixe Luft gesammelt worden, daß folglich im vorigen Falle die Hälfte derselben aus dem Kalkwasser entbunden war, und sich mit dem andern halben Unzenmaaß vereinigt hatte.

Um die Menge Luft, welche er binnen einer Zeit von 2 Minuten durch Hülfe des Athemholens völlig phlogistisch machen könnte, zu bestimmen, athmete er vermittelst einer gläsernen Röhre die in einer 200 Unzen Wasser fassenden Glocke, die umgekehrt in einem Troge mit Wasser stand, befindliche Luft. Nach dieser Zeit zeigte die Prüfung mit Salpeterluft 1,5, welcher Versuch mit gleichem Erfolge wiederholt ward.

Die

Die gemeine Luft gab mit derselben Salpeterluft 1,26. Es mangelte also der geathmeten Luft noch 0,24 an der völligen Phlogistisirung. Auf 1 Minute kommen also 32,4 Unzenmaaße, oder ohngefähr 1 Nößel, und man habe sich folglich geirrt, da man annahm, daß wir in Zeit von 1 Minute eine Gallone Luft phlogistisch machen oder verzehren könnten, obgleich dieß von der Behauptung gelte, daß ein Licht nicht mehr in ihr brennen könne.

Wenn man sich auf dieß Verfahren verlassen könne, und die durchs Athmen hervorgebrachte fixe Luft aus der gemeinen gefällt werde, so könne man sogern, daß die fixe Luft ohngefähr den 65sten Theil der Masse der gemeinen Luft ausmache, und ohngefähr in dem nämlichen Verhältnisse stehe, so wie auch der unveränderliche Rückstand zu einer gewissen Menge fixer Luft; denn man könne nicht bewirken, daß das Wasser die fixe Luft in einer größern Menge einsauge.

11. Beobachtungen über das Athemholen, welche auf die Erklärung des Ursprungs der fixen Luft, die man vermittelst derselben entdeckt, abzwecken. Die Ungewißheit der letztgedachten Folgerung entstehe vorzüglich von der Entbindung fixer Luft aus dem Kalkwasser, durch welches Athem geholt werde. Allein Priestley glaubt, bey der Bestimmung ihrer Menge sehr freygebig gewesen zu seyn. Wenn indessen der gedachte 65ste Theil, oder noch mehr als zweymal so viel, alle vermittelst des Athemholens in der gemeinen zu entdeckende fixe Luft sey, so müsse irgend eine andere Ursache, außer der Fällung der letztern selbst, bey diesem Verfahren statt finden, welcher die durchs Brennbare bewirkte Veränderung der Luft zuzuschreiben sey, weil

weil diese bey der völligen Phlogistisirung beynahe $\frac{1}{4}$ des Ganzen betrage. Vermittelst der Fäulniß betrage solche nicht nur vollkommen $\frac{1}{4}$, ohnerachtet der Erzeugung einer selbstständigen Luft aus der faulenden Substanz, sondern sie scheine auch nur durch die bloße Fällung der fixen Luft bewirkt zu seyn. In Hinsicht auf diesen Umstand sind folgende Versuche angestellt.

In der Vermuthung, daß die Verminderung bey der Sperrung mit Queckſilber nicht so beträchtlich sey, als über Wasser, wurden 2 beynahe gleich große todte Mäuse in 2 Becher unter verschiedene beynahe gleich große und weite Cylinder, nämlich einen von 151 Unzenmaaß in Queckſilber, und einen von 160 Unzenmaaß in Wasser gestellt. Nach 5 Monathen war die Luft in letzterm auf 140, und einige Wochen später auf 135 Unzenmaaß, hernach aber in 14 Tagen nicht weiter merklich vermindert, machte aber hineingegossenes Kalkwasser gleich trübe; weil jedoch auf eine solche Art nur eine langsame Verminderung erfolgte, so ward das Gefäß nach einigen Tagen in einen Wassertrog gebracht, da dann die darin enthaltene Luft das Kalkwasser sehr trübe machte, und durch Schütteln mit kleinen Antheilen bis auf 125 Unzenmaaß vermindert ward, welche Abnahme fixe Luft gewesen zu seyn schien, weil sie, wie solche, das Kalkwasser trübe machte, und vom Wasser eingesogen worden war. Die Luft des im Wasser gestandenen Gefäßes machte das Kalkwasser sehr trübe, und ward durch Herumschütteln kleiner Antheile bis auf 130 Unzenmaaß vermindert, daß also die Verminderung, im Ganzen genommen, in beyden Fällen fast gleich war und etwas mehr als $\frac{1}{5}$ betrug. Bey diesem Versuche waren beyde Mäuse verfault, hätten also wohl alle Luft von sich gegeben, die

sie

ſie nur liefern können, indeſſen werde doch der Zuwachs einer Luft aus faulenden Mäuſen, wenn man die zuvor angeführten Verſuche vom Verfaulen derſelben in Queckſilber vergleiche, ganz unbeträchtlich ſeyn, indem er von jeder Maus nur $1\frac{1}{2}$ Unzenmaaß fixe und $\frac{1}{2}$ Unzenmaaß entzündbare Luft betragen habe; beym Faulen im Waſſer möchten ſie vielleicht mehr fixe Luft von ſich geben, hier aber betrage ſie nicht viel, weil die mit Queckſilber eingeſperrte Luft wenig oder gar nicht vermehrt werde. Verſuchen zu Folge dürfe die natürlich in der Atmoſphäre befindliche fixe Luft nicht geringer als $\frac{1}{5}$ geſchätzt werden, wenn die Verminderung gleich bey andern phlogiſtiſchen Verfahrungsarten genau eben ſo viel betragen habe, als in den angeführten Fällen, ohne daß fixe Luft zum Vorſchein gekommen ſey. Dieß ſey der Fall beym Gebrauche der Eiſenfeil mit Schwefel, wobey er die Urſache des Erfolgs anzugeben geſucht habe, welches er bey folgenden Verſuchen, wenigſtens bey einem, weniger thun könne.

Bey der Miſchung einer Menge Salpeterluft mit gemeiner in gewöhnlichem Verhältniſſe über Queckſilber ſey die Verminderung, ohne zugelaſſenes Waſſer, vollkommen erfolgt, aber nachher zugelaſſenes Kalkwaſſer nicht trübe geworden; doch möge ſich die fixe Luft mit dem durch die Vereinigung der Salpeterſäure und des Queckſilbers entſtehenden Stoffe vereinigt haben; allein, was im folgenden Falle aus derſelben geworden ſeyn möge, wenn dergleichen durch die Phlogiſtiſirung aus der gemeinen abgeſetzt worden ſey, könne er ſich nicht erklären. Eine Miſchung gemeiner und entzündbarer Luft ward nämlich über Queckſilber durch elektriſche Schläge immer augenblicklich vermin-

dert,

dert, und unmittelbar darauf zugelassenes Kalkwasser weder trübe, noch solche weiter zu vermindern im Stande; über Wasser war der Erfolg der nämliche, und im Wasser keine fixe Luft zu finden. Priestley that eine Mischung eines Theils entzündbarer mit 2 Theilen gemeiner Luft in eine vorher mit Wasser gefüllte, nach Hrn. Nairne's Vorschrift verfertigte Pistole, und verschloß die Oeffnung sorgfältig mittelst einer rund um dieselbe befestigten feuchten Blase, aus welcher alle Luft herausgedrückt war. Wenn nun die in der Pistole enthaltene Luft durch den elektrischen Funken angezündet ward, so dehnte sie sich aus, und wurde mit dem Wasser heftig in die Blase getrieben, aber durch die Phlogistisirung in einen engen Raum gebracht; unmittelbar darauf verursachte jedoch der Druck der Luft, daß diese phlogistisirte Luft das Wasser, und selbst der größte Theil der Blase in die Pistole wieder zurückgetrieben wurden. Darauf ward die Blase sorgfältig abgenommen, und der Versuch mit dem nämlichen Wasser wiederholt, bis so viel Luft zerlegt war, daß selbst die verschiedene Menge der gemeinen Luft, ohne die entzündbare, einen beträchtlich größern Raum, als das Wasser, einnehmen mußte; endlich ward das Wasser in eine Phiole gegossen, und die Luft durch Hitze wieder auszutreiben gesucht; allein er fand nur so viel Luft, als ein solches Wasser gewöhnlich enthält, darin, und diese Menge war ganz unbeträchtlich, weil kurz zuvor gekochtes Regenwasser dazu genommen war. Das Wasser sah zwar trübe aus, welches aber, wie Priestley meint, wahrscheinlich von der Blase hergerührt hätte; denn wäre es von einer Luftart, und vorzüglich von fixer Luft, verursacht worden, so würde diese durch die Abkochung ausgetrieben worden seyn.

12. Ueber die vermittelst der nämlichen Verfahrungsarten in verschiedenen Luftarten bewirkten Veränderungen. Die Bemerkung, daß die aus thierischen oder vegetabilischen Substanzen ausdünstende Luft die gemeine, oder die dephlogistisirte, die wenig oder gar kein brennbares Wesen enthalte, und eine starke Verwandtschaft gegen dasselbe habe, auf eine merkliche Art verändere, gehöre keinesweges unter die unerwarteten und außerordentlichen Beobachtungen; allein wenn man bemerke, daß die nämlichen Substanzen, die die gemeine oder dephlogistisirte Luft phlogistisch machen, auf ähnliche Art in die Salpeter- oder entzündbare Luft, die bereits brennbares Wesen enthielten, wirken, so müsse man ganz anders urtheilen, und er selbst könne in der That den Erfolg nicht erklären. Indeß sey dieß doch der Fall mit der Schwefelleber mit einer Vermischung aus Eisenfeil und Schwefel und mit andern Substanzen, wenn man die Salpeterluft der Wirkung derselben aussetze. Auf die entzündbare habe er von solchen, wenigstens in der Wärme der Atmosphäre, keinen starken Eindruck bemerkt, als vermittelst des elektrischen Funkens, ob sie gleich über Wasser mit der Zeit verschiedentlich ihre Entzündbarkeit verloren habe, und wie die Salpeterluft, unter den vorhergehenden Umständen, bloße phlogistisirte Luft geworden sey. Indessen habe er doch einen Grund, zu argwöhnen, daß die entzündbare Luft durch die nämlichen Stoffe, wie die Salpeterluft, zerlegt werden könne, wenn man stärkere Hitze anwende, oder die Stoffe länger auf sie wirken lasse, und vielleicht möge auch das rein gehaltene Wasser mit Theilen angeschwängert gewesen seyn, welche bey der Veränderung der entzündbaren in phlogistisirte wirken können. Zu diesen Muthmaßun-

maßungen führen Priestley die Beobachtungen, daß der Urin solche Kraft sowohl auf die Salpeters als entzündbare Luft äußere.

Er hatte nämlich eine, ohngefähr ½ Zoll weite und 3½ Fuß lange Glasröhre mit Harn gefüllt, und umgekehrt in ein mit demselben gefülltes Becken gestellt. Nach einigen Monathen entwickelte sich zuerst eine kleine Menge Luft aus dem Harn, welche nachher wieder völlig eingeschluckt wurde; hierauf erzeugten sich an verschiedenen Stellen der innern Seite der Röhren Krystallen, und der Harn wurde sehr bleich. Nun versuchte Priestley mehrere Luftarten, indem er Phiolen um ¼ mit denselben und übrigens mit dem alten Harn anfüllte, und in ein Becken mit demselben umgekehrt stellte. Sogleich war weder in der entzündbaren, noch phlogistisirten Luft, eine Veränderung zu bemerken, aber von der gemeinen, Salpeter- und der phlogistisirten Luft, besonders der letztern, ward der Harn aus blassem Strohgelb gleich dunkelbraun. Am folgenden Morgen war er von der dephlogistisirten beynahe ganz schwarz, von der gemeinen zum Theil, von der Salpeterluft gleichförmig braun gefärbt, von letzterer und der dephlogistisirten auch ein kleiner Theil eingesogen worden. Von dieser ward noch eine Menge hinzugethan, und dann alle Phiolen ein Jahr lang stehen gelassen, da denn die gemeine Luft ohngefähr um ¼ vermindert und durchaus phlogistisirt, der Harn pommeranzenfarbig, doch nicht sehr dunkel, die des phlogistisirte nicht vollkommen, aber doch fast gänzlich phlogistisirt, die Salpeterluft um die Hälfte vermindert, und bloße phlogistisirte war; auch war der Harn schwarz gefärbt. Die entzündbare Luft war ohngefähr um den achten Theil ihres Volumens vermin-

dert worden, und nur noch ſchwach entzündbar, der Harn aber hatte eine ſehr bleiche Farbe. Die phlogiſtiſirte Luft allein war völlig unverändert geblieben, und der Harn hatte die nämliche helle Pommeranzenfarbe angenommen, als er von der gemeinen Luft geworden war. Wenn die Verminderung aller dieſer Luftarten vom Brennbaren abhinge, ſo könne man folgern, daß dieſes in der phlogiſtiſirten Luft feſter mit dem Grundtheile derſelben verbunden ſey, als in der Salpeter- und entzündbaren Luft, weil ſie nicht geſchickt ſey, mehreres anzunehmen, oder das einmal mit ihr vereinigte fahren zu laſſen. Die meiſte Schwierigkeit mache vielleicht die nämliche Veränderung der Farbe des Harns bey der Verminderung der dephlogiſtiſirten und Salpeterluft; ſollte ſolche hier, wie in einer Auflöſung des Kupferwaſſers, von dem aus der Salpeterluft abgeſchiedenen Brennbaren herrühren, wie ſolche denn bey der Verminderung der dephlogiſtiſirten Luft ſtatt finde, da dieſe der Aufnahme deſſelben aus dem Harne zuzuſchreiben ſey? Vielleicht habe das Brennbare gar keinen Antheil daran, ſondern beſondere, zur Zuſammenſetzung beyder Luftarten nöthige, und bey ihrer Zerlegung gefällte Theile.

Durch grobes Meerſalz, in Waſſer aufgelößt, ward an den Luftarten nicht viel Merkwürdiges bewirkt: nach 11 Tagen war es in der Phiole mit Salpeterluft dunkler geworden und ohngefähr $\frac{1}{10}$ der Luft eingeſogen. Nach einem Jahre war die Salpeterluft ohngefähr um die Hälfte vermindert, und ſo verändert, daß ſie mit gleich viel gemeiner Luft 1,4 betrug, die dephlogiſtiſirte etwas vermindert und verändert, die gemeine entzündbare und phlogiſtiſirte aber nicht merklich verändert. Hieraus erhelle ein ähnlicher Erfolg mit dem

dem vorhergehenden Versuche, nur geringere Wirkung der Ursache der Verminderung. Da ferner Luft in einer zugeschmolzenen gläsernen Röhre, in welcher Wasser einige Monathe im Sandbade gestanden habe, von dem Wasser gar nicht verdorben sey, so erhelle auch, daß reines Wasser sie weder in Dampf-, noch anderer Gestalt, verderbe. Die Salpeterluft sey unter den nämlichen Umständen auch unverändert geblieben.

13. Ueber das Athemholen der Fische. Durch Wiederholung der Versuche fand Priestley die Schlüsse bestätigt, daß die Fische, welche in dem Wasser, worin sie leben, aufgelößt enthaltene Luft verderben. Bristoler Wasser, welches für sich ohngefähr so gute, als gemeine Luft gab, lieferte, nachdem kleine Fische darin abgestorben waren, um $\frac{1}{3}$ wenigere und etwas schlechtere, als diejenige, in welcher ein Licht eben erlösche, obgleich nicht vollkommene phlogistisirte Luft, vielleicht weil die Austreibung und Untersuchung später angestellt war, und das Wasser eine Nacht über offen gestanden hatte. In 3 Pinten gekochten Regenwassers starben 9 kleine Fische zwischen der dritten und vierten Stunde; in eben so vielem Wasser, das mit phlogistisirter Luft durch Eisenfeil und Schwefel schwach geschwängert war, so wie auch in eben so vielem mit entzündbarer Luft geschwängerten lebten 2 Fische beynahe 1 Stunde, mithin wie Landthiere in solchen Luftarten, nur länger. Im Wasser, mit Salpeterluft geschwängert, lebten sie beynahe eine Viertelstunde, ohne Zuckungen zu bekommen, wie vormals, vielleicht durch Salpetersäure, von zerlegtem Salpeter.

14. Ueber die Hervorbringung und Beschaffenheit der dephlogistisirten Luft. Das leichteste Mittel, eine dephlogistisirte Luft darzustellen, war nach Priestley folgendes: daß man Mennige mit Salpetergeist anfeuchtete, und diese Vermischung alsdann in einem Flintenlaufe der Glühehitze aussetzte. Jetzt glaubt er aber, daß Scheele's Verfahren, solche aus dem Salpeter allein durch Hitze zu erhalten, das wohlfeilste sey, vermittelst dessen er selbst diese Luft zuerst dargestellt habe, ohne jedoch zu wissen, von welcher Beschaffenheit sie sey. Eine jede Unze Salpeter gab wenigstens 100 Unzenmaaße sehr reine dephlogistisirte Luft.

Hieraächst führt Priestley seine fernern Versuche mit dem Alaune an, die Menge reiner Luft zu bestimmen, welche er gebe. 1 Unze 5 Quentchen 36 Gran gebrannten Alaun gaben aus einer irdenen Retorte im Streichofen 100 Unzenmaaß Luft, von welcher ein kleiner Theil fixe, der Ueberrest aber so rein war, daß 1 Maaß mit 2 Maaß Salpeterluft 1,0 betrug; das Wasser, in welchem sie aufgefangen war, war sehr mit vitriolsaurer Luft geschwängert, deren Brennbares Priestley für die Ursache der mindern Reinigkeit der aus dem Alaune erhaltenen Luft hält, welche sonst so am wohlfeilsten und besten gewonnen werden würde. Der Alaun hatte hieben 7 Quentchen 36 Gran verloren, von welchen Priestley 1 Quentchen 6 Gran für die 100 Unzenmaaße dephlogistisirte Luft und $6\frac{1}{2}$ Quentchen für die Säure rechnet, mit welcher das Wasser geschwängert worden war. Ein anderes mal gab 1 Unze stark gebrannten Alauns 60 Unzenmaaß Luft, welche mit zweymal so viel Salpeterluft 1,4 gab; die hieben entbundene fixe Luft hält Priestley für kaum begreiflich.

Priest

Priestley äußert ferner, daß man die rothe Farbe des Eisensafrans und des Queckſilberkalks als ein Merkmal ihrer Dephlogiſtiſirung ansehen könne; auch liefere die Auflösung des Queckſilbers in Salpeterſäure nicht eher dephlogiſtiſirte Luft, als nachdem der rothe Niederſchlag völlig gebildet ſey; dann aber liefere ſie eben ſo viel, als das für ſich verkalkte Queckſilber. Die bey dieſem Verfahren erzeugte dephlogiſtiſirte Luft komme nicht aus der Atmoſphäre, ſondern ſey im Queckſilber und der Salpeterſäure zu ſuchen. Daß die Salpeterſäure in die Zuſammenſetzung der dephlogiſtiſirten Luft eingehe, beweiſe die Entbindung ſolcher Luft aus dem Salpeter allein, und die Nothwendigkeit einiger Erde der Verluſt der Schwere des aus dem rothen Niederſchlage wiederhergeſtellten Queckſilbers, der wenigſtens $\frac{1}{20}$ betrage. Die Erde mache indeß nur einen kleinen Theil der Luft aus, indem die dephlogiſtiſirte Luft ohngefähr aus 19 Theilen Säure und einem Theile Erde beſteht.

Bey der plötzlichen Erzeugung aller Luftarten aus erdigen Materien habe er oft bemerkt, daß eine überflüſſige weiße Materie in dem kalten Waſſer, worin ſie aufgefangen ward, abgeſetzt worden ſey. Dieſe Erde ſcheine in der Luft, als ſie heiß war, aufgelöſt geweſen zu ſeyn, da ſolche zu dieſer Zeit ganz durchſichtig geweſen, und erſt bey der Erkaltung trübe geworden ſey. Hierauf gründe ſich ſein Urtheil, daß eine Erde der eigentliche Grundtheil aller ſolcher Luftarten ſey. So müſſe bey jedem Wärmegrade, auch der Wärme der Atmoſphäre, einige aufgelöſt bleiben, und vielleicht möge kein Grad der Kälte die Luft aller enthaltenen Erde berauben können; würde aber alle gefällt, ſo möchte bloß ein ſaurer Stoff nachbleiben,

der alsdann, wie jede andere ſaure Luft, unmittelbar vom Waſſer eingeſogen werden könnte. Uebrigens ſey dieſer mit der Luft vereinigte erdige Stoff immer das nämliche Weſen, aus welchem Stoffe auch die Luft ausgetrieben ſey, wie auch die zur Zuſammenſetzung der dephlogiſtiſirten Luft nothwendige Säure wahrſcheinlich beſtändig einerley Beſchaffenheit habe, und ſo möge denn auf ſolche Art eine wirklich urſprüngliche Erde, oder ein allen Erden und Metallkalken gemeinſchaftlicher erdiger Stoff dargeſtellt werden können, und die aus folgendem Verſuche etwas anſcheinenden Einwürfe bey beſtimmter Anwendung derſelben wegfallen. Das weiße Pulver nämlich, welches aus Mennige und Salpeterſäure gewonnen worden, und dephlogiſtiſirte Luft enthalten hatte, ſah grau aus, ward von der Salpeterſäure nicht, wenigſtens nicht unmittelbar angegriffen, dampfte in einer Glasröhre vor dem Blaſerohre, ſtieg zum Theil zu einem weißen Sublimate auf, und der Reſt ward ſchwarz; auf heißem Eiſen dampfte es auch und ward braun, von der Salzſäure ward es ſogleich nicht angegriffen, aber nach 12 Stunden ward ſie ſowohl von dem ſchwarzen, als von dem braunen Stoffe, Pommeranzenfarbig. Prieſtley hatte damals noch eine Menge weißer Materie vorräthig, die, wie er glaubte, bey der Darſtellung der dephlogiſtiſirten Luft aus dem rothen Niederſchlage geſammelt worden war. Der Salzgeiſt hatte keine merkliche Einwirkung auf ſie. Der Gewißheit wegen wollte Prieſtley jetzt dergleichen von neuem ſammeln, und ſetzte rothen Niederſchlag in einem Flintenlaufe einem doppelten Gebläſe aus, erhielt aber wider alles Vermuthen alle Luft durchſichtig, und verſchob daher die Bereitung eines friſchen weißen Stoffs auf eine andere Zeit. Bey dieſer Gelegenheit ſucht er Lavoiſier's

fier's Meynung, daß die metallischen Kalke bey der Glühung die dephlogistisirte Luft aus der Atmosphäre anziehen, und daß folglich die der Hitze ausgesetzten Kalke nur die Luft, die sie vorher eingeschluckt haben, von sich geben, zu widerlegen; er meint, es berechtige uns nichts, anzunehmen, daß alle Materien, welche eine dephlogistisirte Luft enthalten, diese vorher aus der Atmosphäre in sich geschluckt haben. Denn die Veränderungen, welche das Queckſilber erleide, indeß es in den Zustand, eine solche Luft von sich zu geben, übergehe, bestänben darin, daß es sein brennbares Wesen verliere, und einen sauren Stoff annehme, welcher der vitriolischen und Salpetersäure, wenn nicht auch noch andern sauren Feuchtigkeiten, gemein zu seyn scheine. Diese Säure erhalte das Queckſilber, wie es scheine, zu derselben Zeit aus der Atmosphäre, wenn sich der brennbare Theil desselben davon scheide. Da die Luft, nach Crawford's Meynung, wenn sie sich von ihrem Brennbaren trenne, den Stoff der Hitze erhalte, so könne man wohl fragen, ob Hitze und reine Säure, nach Scheele, von einer Beschaffenheit seyn? Da jedoch dieser Stoff der Hitze in keinem andern Falle eine Luftgestalt anzunehmen scheine und keine Schwere besitze, so scheine vielmehr der Kalk bey der Trennung des Brennbaren zugleich zwey besondere Wesen, den Stoff der Hitze (wenn Crawford's Lehre richtig sey) und jene Säure, aus der Luft in sich zu nehmen. Zum Beweise, daß das für sich verkalkte Queckſilber in dephlogistisirter Luft viel leichter, als in gemeiner, und in phlogistisirter vielleicht gar nicht erhalten werde, führt Priestley sodann Versuche an. Er setzte nämlich gleiche Theile Queckſilber in 2 ähnlichen Glasröhren, von welchen die eine phlogistisirte, und die andere dephlogistisirte Luft ent-

hielt, und die ohngefähr 2½ Fuß lang waren, und 1½ Zoll im Durchmeſſer hatten, übrigens nach oben zu etwas enger und zugeſchmolzen waren, einen Tag lang ins Sandbad; nach Endigung des Verſuchs fand er das Queckſilber in der Röhre, worin die dephlogiſtiſirte Luft war, völlig mit einem Ueberzug von Queckſilberniederſchlag bedeckt, da hingegen das Queckſilber in der andern Röhre nicht merklich verändert war. Nach 4 Tagen ſchien die erſtere Luft etwas verſchlimmert, letztere aber nicht verändert; die gemeine Luft hatte in 2 Tagen keinen Kalk gegeben. In einer Retorte, welche durch eine Röhre mit einem Gefäße voll dephlogiſtiſirter Luft in Verbindung ſtand, ward durch ein mehrtägiges Feuer doch keine ſo ſtarke Verminderung der Luft bewirkt, als Prieſtley erwartete. Bey dieſer Gelegenheit unterſuchte Prieſtley die im vorigen Bande angeführte, mit eiſernen Nägeln über Queckſilber aufbewahrte dephlogiſtiſirte Luft, und fand, daß ſie ſeit dem Jahre 1779. nicht weiter vermindert worden, ſonſt aber etwas ſchlechter, als zur Zeit der Einſchließung, beſchaffen, und die Nägel ſehr rein und nicht verroſtet waren.

15. Ueber das Einathmen der dephlogiſtiſirten Luft. Es hatten einige ſeiner Freunde über die Zuverläſſigkeit der Salpeterluft, als eines Prüfungsmittels der Heilſamkeit der einathmenden Luft überhaupt, und auch insbeſondere der dephlogiſtiſirten, einige Zweifel geäußert; allein Prieſtley bemerkt, daß nach ſeinen Beobachtungen die Probe mit der Salpeterluft immer zuverläſſig bleibe, und die Methode, die Reinigkeit der Luft und hiernach die Zeit, welche eine gegebene Menge derſelben zum Athmen zureiche, aus der Menge des zu ihrer Sättigung erfor-

derli-

derlichen Brennbaren, oder, welches einerley sey, der zu ihrer Veränderung in vollkommen phlogistisirte Luft erforderlichen Salpeterluft zu beurtheilen, die natürlichste sey. Allein eine Maus werde länger in einer gegebenen Menge dephlogistisirter Luft leben, als in einer Menge gemeiner Luft, welche eben so viel dephlogistisirte enthalte, vielleicht, weil sie nicht zu jeder Zeit gleich viel, sondern zuletzt, wenn die Lebenskräfte matt werden, weniger Brennbares, als zu Anfange, von sich gebe. In einem 2 Unzenmaaße haltenden Gefäße lebte eine Maus nie länger, als eine halbe Stunde, überhaupt nicht über 20 Minuten, aber in dephlogistisirter, welche viermal so rein war, länger, als viermal so lang; nämlich in solcher, welche mit zweymal so viel Salpeterluft 0,55 zeigte, fast 3 Stunden, und die Luft war so wenig phlogistisirt, daß sie noch besser wie gemeine war, indem sie mit gleichen Theilen Salpeterluft 1,65 gab, so vielleicht von einiger Mattigkeit der Maus herrühren möge. Indessen müsse man doch erwarten, daß dieß überhaupt mit allen Mäusen, wenn sie sich in der nämlichen Lage befänden, der Fall seyn werde.

Fontana wollte entdeckt haben, daß vermöge einer Glasröhre durch Kalkwasser geathmete, mithin bey jedem Ausathmen gereinigte, dephlogistisirte Luft wohl 30 mal länger, als sonst, zum Athmen geschickt bleibe; und daß auf diese Art die für 1 Minute sonst erforderliche Menge Luft eine halbe Stunde lang eingeathmet werden könne, und mithin auch die Unkosten 30 mal geringer seyn. Ingenhouß hatte diese Entdeckung bekannt gemacht, und zugleich auch angeführt, daß Fontana bemerkt habe, ein Thier, welches gemeine oder dephlogistisirte Luft einathme, mache dieselbe

selbe durch Mittheilung einer großen Menge fixer Luft, die in unserm Körper erzeugt und durch die Lunge ausgesondert werde, zum Athemholen untauglich. Diese fixe Luft werde, wenn man sie mit gemeinem Wasser zusammenschüttele, sehr leicht davon verschluckt; noch leichter aber erfolge dieß, wenn man sich des Kalkwassers hierzu bediene. Allein Priestley wendet dagegen ein, daß man von der Methode, die dephlogistisirte Luft durch Kalkwasser zu reinigen, gar keine Vortheile zu erwarten habe, und daß die Meynung von der Art, wie das Athmen die Luft verderbe, offenbar irrig sey, indem die Fällung der fixen Luft nur das Athmen begleite, und die Phlogistisirung der wesentliche Erfolg desselben sey, daher die Luft auch bey Einsaugung der fixen wenig besser, als vor der Fällung derselben werde. Indessen stellte Priestley selbst Erfahrungen an. In $3\frac{1}{2}$ Unzenmaaß durch Kalkwasser eingeschlossener dephlogistisirter Luft, welche mit zweymal so viel Salpeterluft 0,25 betrug, lebte eine Maus $3\frac{1}{2}$ Stunden, ward darin noch lebend herausgenommen, starb aber gleich, und die Luft war noch nicht durch und durch phlogistisirt, sondern zeigte mit gleich viel Salpeterluft 1,35, und war also der vollkommenen Phlogistisirung fast eben so nahe, als zuvor, ohne angewandtes Kalkwasser. Noch mehr entschied der Versuch, da zwey gleich große Mäuse in gleichen Mengen dephlogistisirter Luft, welche mit 2 mal so viel Salpeterluft 0,24 wies, die eine durch gemeines, die andere durch Kalkwasser, eingeschlossen wurden; beyde lebten etwas über $2\frac{1}{2}$ Stunden, da denn die Luft über dem Kalkwasser in dem Verhältnisse wie 9 zu $5\frac{1}{2}$, über dem gemeinen wie 9 zu $6\frac{3}{4}$, vermindert zu seyn schien, indem der Gradmesser bey erstierer 0,96, bey letzterer 0,98 zeigte;

beyde

beyde holten zuletzt mit Beschwerlichkeit Athem; übrigens ward das Kalkwasser, während des Versuchs, etwas bewegt und alsdann frisches zugegossen, um die Einsaugung der fixen Luft zu befördern. Die Luft war also in beyden Fällen gleich vermindert und phlogistisirt worden, und die anfänglich über dem Kalkwasser schneller erfolgende Verminderung hatte auf die Mäuse keinen merklichen Einfluß, und war am folgenden Tage bey beyden, so wie die Reinigkeit, gleich. Uebrigens wollten die Mäuse, bey diesen und andern Versuchen, in der dephlogistisirten Luft nicht bis zur vollkommenen Phlogistisirung derselben leben, ob sie gleich länger lebten, als in einer Menge gemeiner Luft, welche eben so viel dephlogistisirte enthält; ersteres wagt Priestley kaum zu erklären, und empfiehlt darüber die Anstellung neuer Untersuchungen, da er versäumt habe, in die nach dem Absterben einer Maus rückständige aufs neue Mäuse zu bringen.

16. Beobachtungen über die fixe Luft.

Die meisten salzigen Stoffe enthalten, nach Priestley's Meynung, mehr oder weniger fixe Luft, und es verdiene diese Menge untersucht zu werden, so wie auch die Eigenschaften des Rückstands, dre in manchen Fällen beträchtlich verschieden sey. Indeß könne die Veränderung, welche der Rückstand erleide, größtentheils von der Beschaffenheit des Wassers, worin die Versuche angestellt worden sind, und welches mehr oder weniger Brennbares aus demselben aufnehmen werde, abhängen. Vitriolisirter Weinstein und das Glauberische Wundersalz enthielten fixe Luft; von ersterm enthielt die bey der Auflösung entbundene und gesammelte Luft $\frac{1}{12}$ fixe, und der Rückstand lieferte mit gleicher Menge Salpeterluft 1,3: die Auflösung in

abge-

abgekochtem Brunnenwasser gab keine fixe Luft, vermuthlich, weil sie vom Wasser verschluckt war, und der Ueberrest lieferte bey gedachter Probe 1,46; von einer abermaligen Auflösung im Brunnenwasser enthielt die enthaltene Luft $\frac{1}{4}$ feste, wovon das Wasser auch viel enthielt, und der Rückstand zeigte bey der Probe 1,44. Eine Menge Glauberisches Salz, welches nach der Destillation der Salzsäure zurückgeblieben war, lößte Priestley ebenfalls auf, und bemerkte, daß die Luftart, welche außer der fixen entbunden worden war, eine merklich schlechtere Beschaffenheit hatte, als die atmosphärische. Alaun lieferte bey seiner Auflösung auch Luft, welche sehr wenig fixe enthielt, deren Rückstand am Gradmesser 1,12 zeigte; ein anderes mal war der Rückstand schlechter, obgleich besser, als die atmosphärische Luft; bey der Fällung des Alauns durch Potasche ward viel fixe Luft entbunden, der Rückstand war etwas besser, wie gemeine Luft, und verhielt sich zu ihr in Ansehung der Verminderung wie 1,2 zu 1,3, wenn beyde mit doppelten Mengen Salpeterluft gemischt wurden.

17. Ueber den Zustand der Luft im Wasser. Die aus demselben ausgetriebene Luft sey seinen neuern Versuchen zu Folge oft weit besser als gemeine gewesen. Brunnenwasser gab durch Kochen Luft, von welcher $\frac{1}{5}$ fixe war, und die übrige bey der Prüfung 1,5 zeigte; das nämliche, aber vorher gekocht, gab Luft, von welcher $\frac{1}{7}$ fixe war, und die übrige 1,4 gab; ein aus gläsernen Gefäßen destillirtes und der freyen Luft lange ausgesetztes Wasser gab Luft, welche wenige oder gar keine mephitische enthielt, und mit gleichen Theilen Salpeterluft 1,1 zeigte; Regenwasser, welches lange in einem Zober an freyer Luft gestan-

gestanden hatte, gab $\frac{1}{60}$ Luft, welche kaum mephitische enthielt, und bey der Prüfung 1,4 gab, welche Verderbniß vom Holze, oder etwas hineingefallenem, herrührt haben möge; nicht weit von der Quelle geschöpftes Wasser gab $\frac{1}{70}$ Luft, welche die möglichst geringste fixe enthielt, und der Rest zeigte bey der Prüfung 1,05; Kalkwasser enthalte zuverläßig keine fixe Luft, und habe so reine gegeben, daß der Grabmesser bey ihrer Prüfung 1,0 wies. Priestley ist zu folgern geneigt, daß sich die in dem nicht durch mephitische geschwängerten und der Wirkung keines andern Körpers, als der Atmosphäre, ausgesetzt gewesenen Wasser befindliche Luft ohngefähr eben so, wie die Luft des Kalkwassers verhalte, räth jedoch an, mehrere Beobachtungen anzustellen. Das Wasser einer versteinernden Quelle gab wider Vermuthen gar keine fixe Luft, und die Luft, welche es gab, war etwas schlechter, als gemeine, daß mithin die Hitze den in demselben enthaltenen Kalkstein nicht zerlegt habe; Brunnenwasser mit zerstoßenem Kalksteine gab an der Sonne in längerer Zeit, als einem Monathe, so reine Luft, daß sie mit zwenmal so viel Salpeterluft 1,4 zeigte. Bristoler Wasser, in welchem einige Fische gestorben waren, und das eine vollkommen phlogistisirte Luft von sich gab, ward der Sonne eben so lange ausgesetzt, und lieferte, während der Zeit, sehr viel reine Luft, welche mit gleichen Mengen Salpeterluft 0,76, mit doppelten 1,18 zeigte, woraus Priestley zu folgern scheint, daß das Wasser der Luft sein Brennbares mittheile, und hierdurch auf einige Art gereinigt werde, ohne daß irgend ein darin wachsendes Gewächs daran Theil habe.

18. Beobachtungen über die Beschaffenheit der Salpeterluft. 1. Ueber das in der Zusammensetzung der Salpeterluft befindliche Wasser. Es scheine einiges in dieselbe einzugehen, weil sie aus einem mit phlogistischen salpetersauren Dämpfen geschwängerten Wasser in sehr großer Menge dargestellt werde, indessen habe Priestley doch noch nie etwas Wasser bey der Zerlegung derselben entdecken können, sondern bloß den, bey der Mischung der Salpeterluft mit gemeiner oder dephlogistisirter an den Wänden des Gefäßes herabrinnenden Salpetergeist, über Queckſilber aber gar keine Feuchtigkeit bemerkt, da es denn folglich in die Mischung des entstehenden Queckſilbersalpeters eingehen müßte. 2. Ueber die Salpeterluft, welche zuerst entbunden werde, nebst einer Untersuchung, ob selbige von der später aus derselben Masse erzeugten verschieden sey. Priestley vermuthete dieß selbst bey der mit Kupfer oder Silber erzeugten Luft, wie es mit der durch Zinn und Zink erhaltenen der Fall sey; allein er fand, daß die zuerst erzeugte kleine Menge von Luft die gemeine eben so genau verminderte, als diejenige, welche nachher in Menge und geschwind entbunden ward. 3. Ueber die Veränderungen, welche man in der mit Eisen erzeugten Salpeterluft bemerke. Ohne Zweifel seyen die Eigenschaften immer die nämlichen; man möge aber wohl phlogistisirte Luft erhalten können, wenn sie dem Eisen so ausgesetzt werde, daß sie es an sehr vielen Stellen berühre, da sie dann zerlegt werde, wozu jedoch eine beträchtliche Zeit gehöre; indessen habe er doch von Nägeln und mit Salpetersäure, bis zur Fähigkeit, Salpeterluft zu entbinden, geschwängertem Wasser bald einige Luft, in welcher ein Licht erlosch, und hiernächst aus dem Wasser, durch die Siedhitze eine beträchtliche

Menge

Menge phlogistisirter Luft erhalten; bey Anwendung mehrerer Salpetersäure sey eben nicht mehr Luft erhalten, die übrigens die gemeine Luft wenig vermindert und ein Licht in ihr habe brennen lassen; es habe also die Salpeterluft, bevor sie phlogistisirt werde, die gewöhnliche Beschaffenheit gehabt, und sey in allen diesen Fällen wohl zuerst eigentliche Salpeterluft erzeugt, aber durch Hülfe des Eisens, dessen Wirkung sie ausgesetzt gewesen, in eine Luftart, in welcher eine Kerze brennen konnte, und endlich in phlogistisirte, in welcher ein Licht erlosch, verwandelt worden. 4. Ueber die Veränderung der Farbe der Feuchtigkeiten, mit welchen die Salpeterluft umgeben sey. Er habe vormals bemerkt, daß die Auflösung des grünen Vitriols von der Salpeterluft schwarz geworden sey, und finde, daß dieser Erfolg ein Merkmal der Gegenwart eisenhaltiger Salpetertheilchen im Wasser sey; diese Veränderung müsse durch das Brennbare derselben verursacht werden, weil die Salpetersäure solche Wirkung nicht äußere. Eine Auflösung des Kupfers in Salpetersäure sey ebenfalls verändert, jedoch ihre blaue Farbe nicht dunkeler, sondern grüner geworden; die eingeschlossene sie färbende Salpeterluft sey einige Monathe hindurch verändert worden, bis zuletzt nur $\frac{2}{7}$ übrig blieben, und vollkommen phlogistisirte Luft gewesen sey. 5. Erweis, daß die mit Wasser umgebene Salpeterluft keine Veränderung leide, wenn man sie der Hitze im Sandbade aussetze: nach mehreren Monathen sey ihre Kraft, gemeine Luft zu vermindern, nicht geschwächt gewesen. 6. Ueber die in der Salpeterluft durch sehr langes Aufbewahren im Wasser entstandene Veränderung. Auf diese Art werde eine viel größere Menge derselben, als durch Schütteln kurz nach der Entbindung, zuerst zu

phlogiſtiſirter, und nachher durch Schütteln im Waſſer zu einer geſunden Luft. Aus Eiſen und Kupfer entbundene, ſeit dem Novemb. 1773. geſtandene, ſchon im erſten Bande erwähnte, Antheile Salpeterluft nahmen nun noch, erſtere $\frac{2}{3}$, letztere $\frac{1}{2}$, ihres vorigen Raums ein, wurden zwar durch Schütteln nicht vermindert, jedoch beträchtlich verbeſſert, ſo daß ſie mit gleichen Mengen Salpeterluft 1,75 zeigten, eine wichtige, von der Zeit abhangende, und bloß durch ſie bewirkte Veränderung.

19. Ueber die Vermiſchung der Salpeterluft mit der gemeinen: zur Erklärung einer Erſcheinung und Berichtigung eines Irrthums der Hrn. Fontana und Ingenhouß in Anſehung derſelben. Daß nämlich die Verminderung dabey größer ausgefallen ſey, wenn die in einem weiten Cylinder bewirkte Miſchung gleicher Theile derſelben in der langen Meßröhre ſchnell hinaufgelaſſen ward, als, wenn ſie langſamer ſtieg, und dieſer Unterſchied bisweilen 5 Hundertheile betragen habe, entſtehe von dem bisher unzerſetzten Antheile der Salpeterluft, der bey dem langſamen Durchgange durch ſo vieles Waſſer dem Einfluſſe deſſelben mehr ausgeſetzt worden ſey. So betrug durch faulende Fiſche durchaus phlogiſtiſirte Luft mit eben ſo viel Salpeterluft in einer in Grade abgetheilten Röhre, anſtatt 2 Maaß, nur 1,95, nach der Zurücklaſſung ins weite Gefäß nur 1,8, nach 10maligem Hin- und Hergehen nur 1,6, am folgenden Morgen, da ſie die ganze Nacht im Waſſer geſtanden hatte, nur 1,5, und nach 3maligem Meſſen nur 1,4 Maaß, und 2 hierauf aus dem weiten Cylinder in die abgetheilte Röhre gelaſſene Maaße Salpeterluft allein wurden ſogar in einem größern Verhält-

hältnisse, als gedachte Mischung, vermindert. Zur Prüfung der Luftarten habe er neulich gleiche Theile gewählt, und dieß Verhältniß vorgezogen, damit Brennbares genug zur vollkommenen Sättigung derselben vorhanden seyn möge; das Richtigste sey, nicht mehrere anzuwenden als zur vollkommenen Zerlegung der zu untersuchenden Luft nöthig sey; allein diese Menge könne man erst durch die Prüfung erfahren. Die Unbequemlichkeit der Wirkung des Wassers auf die übrigbleibende Salpeterluft zu vermeiden, möge vielleicht das Beste seyn, wenn die zu prüfende Luft ohngefähr wie gemeine beschaffen sey, etwas weniger, als gleiche Theile, jedoch mehr als die Hälfte Salpeterluft anzuwenden. Wenn nur der Durchgang durchs Wasser eine Ungewißheit bewirke, so müsse das Herumschütteln, dessen sich Fontana bediene, noch mehrere veranlassen; unter die Vorzüge dieser Methode gehöre auch der, daß es von keiner Bedeutung sey, ob die Salpeterluft, die er anwende, gut oder schlecht sey, d. i. ob sie mehr oder weniger Kraft, die gemeine Luft zu vermindern, besitze, oder ob mehr oder weniger bloß phlogistisirte Luft mit derselben vermischt sey. Allein Fontana sey hiebey getäuscht worden. Er habe gefunden, daß bey diesem Verfahren, wo nach und nach so viel Salpeterluft hinzugesetzt werde, bis alle Verminderung aufhöre, und dann die nachbleibende von der Säure der Mischung abgezogen und aus der Größe der Verminderung der Grad der Reinigkeit der geprüften bestimmt werde, die Beschaffenheit der Salpeterluft allenthalben von Einfluß gewesen sey. Lange im Wasser aufbewahrte und dadurch so geschwächte Salpeterluft, daß sie mit gleicher Menge gemeiner Luft 1,42 zeigte, und frisch bereitete, welche mit derselben 1,29 gab, wurden, jede mit halb so

viel gemeiner Luft in einer Röhre gemischt, deren Abtheilungen $\frac{1}{13}$ Maaß betrugen; erstere nahm deren 32, letztere 30 ein, welcher Unterschied bey der Abziehung von einander, oder beyder Zahlen von einer andern gleichen Summe, z. B. von $39 = 3 . 13$ bleibe, da nämlich die verschwundenen Mengen 7 und 9 betragen werden. Wurden von jeder dieser Salpeterluftarten 4 Maaß gegen 1 Maaß gemeiner Luft genommen, so fand zwischen den Ausschlägen fast die nämliche Verschiedenheit statt, und bey wiederholten Versuchen, auch mit verschiedenen Abänderungen, bewirkte die Verschiedenheit der Salpeterluft allemal verschiedene Ausschläge. Wenn nun ferner Ingenhouß nach Fontana den Fall setze, daß von 2 durch 3 Maaß starker Salpeterluft gesättigten Maaßen der zu untersuchenden Luft die zurückbleibende Luftsäule 3 Maaß und 8 Grad, d. i. 308 Grad, und bey Abziehung derselben 500 Grad, als der Summe der angewandten Luftmenge, 192 für die Menge der beyderseits zerstörten Luft übrig bleiben; wenn hingegen die Salpeterluft so schwach gewesen sey, daß 6 Maaß zur Sättigung hätten angewandt werden müssen, und also die rückständige Luftsäule 608 Grad betrage, nach Abziehung derselben von 800 Grad, als der Summe der verbrauchten Luft, ebenfalls genau 192 zerstört seyn, und folglich in beyden Fällen die eigenthümliche Reinigkeit der Luft genau bestimmt, zu und solcher schlechter Salpeterluft nur eine längere Röhre nöthig sey; so bemerkt Priestley dagegen, daß, wenn 3 Maaß Salpeterluft, so 500 Grade der abgetheilten Röhre auf 308 Grade vermindert hatten, zur Bewirkung der größten Verminderung hinlänglich gewesen wären, 3 gleiche Theile mehr eine größere Verschiedenheit, als zwischen 608 und 800, hätten verursachen müssen, oder

oder der Zusatz einer größern Menge der Salpeterluft, der Voraussetzung zuwider, keine Veränderung hätte bewirken können. Hieraus folge ferner, daß, wenn die zu untersuchende Luft vorher nicht vollkommen vermindert gewesen wäre, und mithin durch die 3 zugesetzten Maaße eine fernere Verminderung hätte hervorgebracht werden können, die zurückgebliebene Menge weniger, als 608 Grade der Röhre, betragen haben müßte. Endlich sey selbst Fontana's Weise außerordentlich mühsam und verdrießlich, und verdiene daher keinen Vorzug vor der in der Einleitung des ersten Bandes angeführten einfachen und leichten Methode. Das Schleifen der innern Maaßröhre mit Schmirgel, nach Fontana's Vorschrift, beuge dem Anhängen des Wassers, nach Herrn Falconer's Belehrung, nicht vor.

20. Ueber die Erzeugung einer Salpeterluft, in welcher eine Kerze brennt. Nachdem Priestley einstmals, bey einer unterbrochenen Arbeit mit einer Auflösung des Zinks in Salpetersäure, entdeckt habe, daß diese Luft immer zwischen der phlogistisirten und dephlogistisirten zum Vorschein kam, so habe er angenommen, daß sie weniger Brennbares, als die dephlogistisirte, enthalte. Ueberhaupt sey er geneigt, sie wegen einiger Eigenschaften mit der des phlogistisirten Luft, dephlogistisirte Salpeterluft zu nennen; sonst müsse man seinen Versuchen zu Folge vielmehr sagen, sie bestehe aus in Salpeter- oder des phlogistisirter Luft dephlogistisirten Salpeterdämpfen, welche mittelst des sie einsaugenden Wassers wieder abgeschieden werden können. Uebrigens dürfe man sich nicht wundern, daß er sie anfänglich wegen ihrer Gewinnung durch phlogistische Verfahrungsarten phlo-

giſtiſirte, oder, wegen der ſich in ihr ausbreitenden Flamme des Lichts, entzündbare Salpeterluft genannt habe. Sonſt erhelle, aus der mit der fixen Luft beynahe gleich geſchwinden, obgleich nicht ſo häufigen, Einſaugung durch Schütteln im Waſſer und Umänderung in phlogiſtiſirte Luft, daß der zur Reinigung mit mit dem Brennbaren geſchickte Stoff dem Waſſer ſehr verwandt, und daher ſich von der übrigen mit ihm verbundenen Luft völlig zu trennen im Stande ſey; doch ſey ſie keine fixe Luft, weil ſie das Kalkwaſſer nicht trübe mache und ein brennendes Licht nicht auslöſche. Vergeblich habe er, außer der Sättigung des Waſſers mit ihr und ihrer nachherigen Austreibung durch Hitze, eine Menge derſelben völlig rein, ohne Vermiſchung mit Salpeter- oder phlogiſtiſirter Luft, zu erhalten geſucht. Neuere Verſuche über dieſen Gegenſtand ſind folgende: Weiße Oelfarbe verminderte dieſe Luft in 2 Monathen um $\frac{1}{3}$, und ſchwächte ihre Kraft, gemeine Luft zu vermindern, ſo, daß ſie mit gleichen Theilen derſelben 1,48 und hiernächſt nach 1 Monath 1,55 zeigte; aber noch brannte kein Licht in ihr, indeſſen meint Prieſtley, daß vielleicht der rechte Zeitpunkt verfehlt ſey. Eine Miſchung entzündbarer und Salpeterluft, in verſchiedenen Verhältniſſen, habe nie ſolche Luft gegeben; ſie habe zwar mit Hülfe gemeiner Luft im Halſe der Phiole mit einer grünen oder gelben Flamme gebrannt, allein dieſer Erfolg ſey dem Brennen eines Lichts in jener, ohne Beyhülfe der gemeinen Luft, ſehr unähnlich. Auch viele Monathe aufbewahrt gab dergleichen Miſchung keine ſolche Luft, ſelbſt nicht, wenn Sumpfluft dazu genommen ward; alle dieſe Miſchungen wurden ſo vermindert, als ob ſie bloß aus Salpeterluft beſtanden hätten, und zeigten alſo in Anſehung der Wirkung keine Verſchiedenheit

heit von den Versuchen, wo viel phlogistisirte Luft in die Mischung gebracht war. Endlich erhielt sie Priestley bey der Fällung des Kupfers durchs Eisen aus der Salpetersäure; eine oft zur Verminderung der Salpeterluft angewandte mit Nägeln gefüllte Phiole ward mit verdünnter Kupferauflösung eine Nacht hingestellt, hierauf die Feuchtigkeit von der Salpeterluft geschieden, und in ohngefähr 2 Stunden die ganze Menge um die Hälfte vermindert, in dem Ueberreste aber brannte eine Kerze mit einer sich ausbreitenden Flamme; als nun wieder Kupferauflösung in die Phiole gegossen und umgekehrt hingestellt ward, fand sich selbige am folgenden Morgen mit einer Luft angefüllt, in welcher ein Licht ganz natürlich brannte. So lasse sich sehr viele dergleichen Luftart, ohne Veränderung des Eisens, oder der Kupferauflösung, erhalten. Ein mit Eisendrath und verdünnter Kupferauflösung verkehrt in ein mit derselben Auflösung angefülltes Becken gestellter Cylinder, der ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Pinten enthielt, sey wenigstens 2 Wochen hinter einander täglich mit solcher Luft angefüllt worden; in der zuletzt entbundenen brannte ein Licht noch, nicht nur natürlich, sondern sehr lebhaft; blieb sie aber mit gedachten Materialien lange im Cylinder stehen, so ward sie phlogistisirt, welches Priestley einer Einsaugung des dephlogistisirten Dampfs vom Wasser, oder Sättigung mit Brennbarem, zuschreibt. Diese, oft zur Verminderung der Salpeterluft gebrauchte Phiole mit Nägeln gab, mit bloßem Wasser angefüllt, phlogistisirte Luft; um aber viel zu erhalten, mußte man sie der Wärme des Feuers aussetzen; wahrscheinlich habe sich einige Salpeterluft mit dem Roste der Nägel vermischt, und auf das Metall zu wirken fortgefahren, da denn die entbundene Salpeter-

luft geweſen, in der Folge aber zu phlogiſtiſirter geworden ſey.

21. Von der Beſchaffenheit der dephlogiſtiſirten Salpeterluft. Mannichmal beſitze ſie die Kraft, die gemeine Luft faſt eben ſo ſehr zu vermindern, als die friſch bereitete Salpeterluft, mannichmal aber ſey ſie dazu völlig ungeſchickt; vieler Bemühungen ungeachtet ſey Prieſtley dennoch nicht fähig geweſen, im voraus zu beſtimmen, ob ſie es thun würde, oder nicht. Dieſer dephlogiſtiſirte Salpeterdampf ſey nämlich von der beygemiſchten Salpeter- oder phlogiſtiſirten Luft ganz verſchieden, und entſtehe, indem 1 Theil der Salpeterſäure von dem Brennbaren der Salpeterluft getrennt und ſo verändert werde; mit der Zeit aber werde alle Salpeterluft zerlegt, da denn die ſtärkſten Merkmale einer dephlogiſtiſirten Luft gegenwärtig ſeyen, und eine Kerze mit einer lebhaften Flamme in ihr brenne; hierauf werde der dephlogiſtiſirte Salpeterdampf entweder vom Waſſer eingeſchluckt, oder vereinige ſich mit dem Brennbaren zur phlogiſtiſirten Luft, und wenn auf ſolche Art alle Salpeterluft ihr Brennbares verloren habe, ſo beſitze ſie nicht mehr die Kraft, die gemeine anzuziehen, und nach der Einſaugung, oder Sättigung jenes Dampfs, nehme das Verhältniß der phlogiſtiſirten Luft zu, bis ſie endlich von ihm nichts mehr enthalte. Die Verſuche, aus welchen er dieſe Theorie gezogen hatte, ſind folgende: Zink, in ſtarker Salpeterſäure aufgelößt, gab einmal viel Luft, in der eine Kerze lebhaft brannte, und welche auf die gemeine Luft nicht ſtark wirkte, ein anderesmal eine ſtarke ſalpeterartige; dem Eiſen ausgeſetzte und um $\frac{1}{3}$ verminderte Salpeterluft ließ eine Kerze mit einer hellen Flamme brennen, und mochte die gemeine

ver-

vermindert haben, welches sie aber bey späterer Prüfung nicht that, noch von der Salpeterluft vermindert ward. 2 Dem Eisen ausgesetzte Antheile Salpeterluft waren nach 8 Tagen um die Hälfte vermindert, ließen eine Kerze lebhaft brennen, und verminderten gemeine Luft nicht; ein anderer Antheil veränderte sie unter sonst gleichen Umständen sehr wenig. Dagegen verminderte sie zum Theil eine von einer Auflösung des Zinns gesammelte Salpeterluft; eine Menge dephlogistisirte Salpeterluft, deren Bereitung nicht erinnerlich war, in welcher ein Licht mit einer hellen Flamme und blauem Scheine brannte, verminderte gemeine Luft fast so sehr, als frisch bereitete Salpeterluft; nach einem Aufenthalte einer Nacht, über Wasser, war $\frac{1}{4}$ eingesogen, ein Licht brannte noch so, als in der gemeinen Luft, und sie verminderte die gemeine Luft noch eben so sehr; allein nach ohngefähr 12 Stunden löschte sie ein Licht aus, und äußerte dann auch auf gemeine Luft keine so starke Wirkung mehr. Eine andere Menge ähnlicher Luft, welche mit gemeiner Luft 1,26 betrug, verlor über Wasser in einem Tage $\frac{1}{3}$, ohne eine Veränderung, in Ansehung des Brennens eines Lichts, und zeigte dann 1,24, in 3 Tagen die Hälfte, in 4 Tagen noch $\frac{1}{5}$, löschte beyde male ein Licht aus, und zeigte mit gemeiner Luft 1,34; eine andere, welche am Gradmesser 1,28 zeigte, verlor in einem Tage $\frac{1}{6}$, löschte eben ein Licht aus, und zeigte nun mit gemeiner Luft 1,3. Eine Mischung solcher dephlogistisirten Salpeterluft mit entzündbarer fing eben so heftig Feuer, als wenn dephlogistisirte Luft an ihrer Stelle zur entzündbaren gesetzt worden wäre. Ein Gemenge von Eisenfeil und Schwefel verminderte sie wenig, aber ein Licht erlosch nun in ihr, und darauf ward sie durch Schütteln mit Wasser wenig vermindert. Eine

Menge solcher Luft, in welcher ein Licht mit einer großen hellen Flamme brannte, zeigte, nach beygemischter Salpeterluft, sie breiter, und einen bläulichen Schein um sie herum, welcher also von letzterer herrühre. Eine Menge Salpeterluft, über Eisen gehalten, ward bey einer Verminderung um $\frac{1}{10}$ nicht merklich verändert, bey einer stärkern immer schwächer, allmählig zu dephlogistisirter Salpeterluft, und endlich zu phlogistisirter Luft. Von destillirtem Wasser eingesogene und durch Hitze wieder ausgetriebene dephlogistisirte Salpeterluft war dadurch nicht besser geworden, von frischer Salpeterluft nicht vermindert, und ließ eine Kerze, wie vorher, brennen; aber 9 Tage später aus solchem in einer halb mit gemeiner Luft gefüllten und mit einem eingeriebenen Stöpsel versehenen Phiole aufbewahrten Wasser ausgetriebene Luft betrug weniger, ward aber von der Salpeterluft eben so sehr, als gemeine, vermindert, und war folglich durch den Aufenthalt im Wasser, wahrscheinlich auch durch die Wirkung der über ihr befindlichen Luft, sehr verändert worden. Schnelles Schütteln mit destillirtem Wasser und gleich darauf folgendes Austreiben veränderte die dephlogistisirte Salpeterluft nicht; für sich allein in Phiolen mit eingeriebenen Stöpseln verschiedene Monathe aufbewahrte Antheile ließen eine Kerze mit einer hellen sich ausbreitenden Flamme brennen; der eine ward durch Schütteln mit Wasser, um die Hälfte vermindert, und der Rest zeigte mit gleich viel gemeiner Luft 1,66; der andere löschte ein Licht aus, als er ohne Herumschwenken im Wasser um $\frac{1}{10}$ abgenommen hatte; Wasser, das über Queckſilber stand, hatte nicht viel eingesogen, und über Queckſilber ward aus Eisen durch verdünnte Kupferauflösung im Salpetersauren erhaltene in 9 Monathen nicht geändert.

Ende

Endlich habe in der vermischten (im 2ten Bande gedachten) aus Salpetersäure und Terpentinöl gewonnenen Luftart, ohne und mit laugensalziger (wobey eine weiße Wolke und Verminderung erfolgt sey), ein Licht gebrannt, und solche ohne Zweifel einige dephlogistisirte Salpeterluft enthalten; die weiße Wolke müsse aber von einer beygemischten fixen Luft hergerührt haben, weil bey wiederholter Mischung aus Eisen und Kupferauflösung in Salpetersäure bereiteter von fester Luft freyer dephlogistisirter Salpeterluft mit laugensalziger keine Wolke entstanden, und über Quecksilber keine Verminderung erfolgt sey. Wasser habe aber die laugensalzige Luft eingesogen, und dann im Ueberreste ein Licht genau so, wie zuvor, gebrannt, welche Erfahrung beweise, daß die Säure in der dephlogistisirten Salpeterluft mit irgend einem andern Stoffe verbunden sey, wie denn auch durch Lakmustinktur blau gefärbtes Wasser in Ansehung seiner Farbe nicht verändert sey, ob es gleich einen Theil derselben eingesogen habe.

22. Ueber die Erzeugung der entzündbaren Luft aus der laugensalzigen mittelst des elektrischen Funkens. Sie sey sehr schwer zu erklären, denn hiebey werde die laugensalzige Luft vom Wasser völlig, die in oder aus ihr erzeugte entzündbare aber gar nicht eingesogen. Die Hauptfrage sey, woher das Brennbare, als ein Hauptbestandtheil der letztern, komme? Etwas besitze die laugenartige Luft, und die nach seiner gewöhnlichen Art bereitete sey selbst zum Theil, nur nicht so stark entzündbar, als die vermittelst derselben dargestellte, welche auch mehr betrage; es möge also vom elektrischen Stoffe herrühren, und seinen Grundtheil der laugen-

artigen

artigen Luft verdanken. Denn wenn ſchon die entzündbare Luft ſich am meiſten dem Zuſtande des reinſten brennbaren Weſens irgend einer Subſtanz, das wir kennten, nähere, ſo ſey ſie doch ohne Zweifel aus dem entzündbaren Stoffe und irgend einem andern Körper zuſammengeſetzt, und die Erfahrung, daß ſich die laugenartige Luft durch den elektriſchen Funken in entzündbare verwandele, könne vielleicht zu erkennen geben, daß dieſe Grundlage, deren wahre Beſchaffenheit wir noch nicht kennten, von alkaliniſcher Natur ſey; denn wenn man den elektriſchen Funken in irgend eine ſaure Luftart wirken laſſe, ſo bemerke man keinen ſolchen Erfolg. Dieſe Erfahrung veranlaſſe uns auch vielleicht, zu glauben, daß der Brennſtoff mehr Aehnlichkeit mit Säuren als mit Laugenſalzen habe, ſo daß er ſich deßwegen lieber mit dieſen, z. B. mit den Erden der Metalle u. ſ. w. weniger gern, als mit jenen, verbinde. Neuere Verſuche über die Menge entzündbarer Luft, welche aus einer gegebenen Menge laugenſalziger dargeſtellt werden könne, lehren, da ſolche Erzeugung ihre Grenze habe, daß letztere einen weſentlichen Beſtandtheil der erſtern darreiche, und dieſe nicht ganz vom elektriſchen Stoffe herrühre. Prieſtley habe nämlich eine Menge laugenartiger Luft in einer walzenförmigen Glasröhre mit Queckſilber eingeſchloſſen, ihren Raum ſorgfältig angemerkt, den elektriſchen Schlag hingeleitet, bis die Luftmenge nicht mehr zugenommen habe, und ſie dann um dreymal größer und höchſt entzündbar gefunden, woraus man folgern möchte, daß das von dem elektriſchen Stoffe mitgetheilte Brennbare $\frac{2}{3}$ und der laugenſalzige Grundſtoff $\frac{1}{3}$ des Volumens der entzündbaren Luft ausmache, in Anſehung der Schwere gedachter Stoffe aber nichts folge, ja das Brennbare vielleicht keine

haben

haben könne, ob es gleich den laugensalzigen Grundstoff zur Einnahme eines größern Raums geschickt mache.

Um ferner zu entscheiden, ob nach geendigtem Verfahren nicht noch unveränderte vom Wasser einsaugbare laugenartige Luft übrig bleibe, habe Priestley in $\frac{1}{3}$ Unzenmaaß derselben elektrische Funken schlagen lassen, bis er ein völliges Unzenmaaß erhalten habe, dann Wasser hinzugethan, und nicht die geringste Einsaugung bemerkt. Nach der vermittelst der Flamme eines Lichts bewirkten Explosion dieser Luft habe er an der Oeffnung des Gefäßes deutlich einen laugensalzigen Geruch gespürt, daß sich mithin das flüchtige Laugensalz nicht vollkommen mit dieser Luft vereinigt habe, ob wohl so viel von selbigem mit ihr in Verbindung eingegangen sey, daß das Wasser nichts habe einsaugen können, als welches mit der Luft durch Quecksilber eingeschlossen gewesen sey, und in 2 Tagen bey öfterm Schütteln, ohngeachtet es wenig gewesen sey, doch nicht merkbar laugensalzig gerochen habe.

Diese Theorie über die Beschaffenheit der entzündbaren Luft begünstige zugleich seine ehemalige Behauptung, daß ein Theil des Metallkalks, aus welchen entzündbare Luft erzeugt worden, in ihre Mischung eingehe, und ihr eigentlicher Grundtheil sey, indem die Kalke wirklich einige Eigenschaften der Metallkalke besitzen; ferner beweise diese Erfahrung die Verwandlung eines laugenhaften Stoffs in den andern, oder vielmehr aller in eine natürliche Luftart, so wie die Vitriol- und Salpetersäure in der dephlogistisirten Luft nicht unterschieden werden können. Da übrigens die entzündbare Luft immer gleiche Eigenschaften besitze, aus welchem Metalle sie, durch diese oder

jene

jene Säure, oder aus der laugenartigen Luft durch den elektriſchen Funken dargeſtellt ſey, ſo ſey es kaum glaublich, daß ihre Miſchung nicht immer die nämliche ſey, und ſich eine merkliche Verſchiedenheit unter derſelben finden ſollte, indeſſen gehöre zur Ueberzeugung die eben nicht unmöglich ſcheinende Erreichung einer wirklichen Zerlegung einer Luftart und Sammlung ihrer getrennten Beſtandtheile.

Endlich frägt Prieſtley, ob dieſe Verſuche nicht argwöhnen laſſen, daß die Entzündbarkeit der laugenartigen Luft nicht vom Laugenſalze ſelbſt, ſondern dem, zufällig den Stoffen, aus welchen ſie ausgetrieben ſey, anhangenden Brennbaren herrühre, welches mit ihr, als dem Grundtheile, ein entzündbares Gas bilde, und daß das freygemachte Brennbare bey andern Verfahrungsarten die nämlichen Wirkungen in der laugenſalzigen Luft hervorbringen werde?

23. Verſuche, welche die große Flüchtigkeit des Queckſilbers erweiſen. Bald nach Entdeckung der vitriolſauren Luft bemerkte Prieſtley, daß beym Durchgange des elektriſchen Funkens durch ſie, ein von dem Queckſilber des einen Schenkels der ſie umſchließenden Glasröhre zu dem Queckſilber des andern, ſich gleich eine ſchwarze Rinde anſetzte, und bey mehrern Schlägen zunahm, welches er damals der vitriolſauren Luft, und zwar ihr allein, zuſchrieb, weil in eben ſo eingeſchloſſener ſalzſaurer Luft keine Rinde entſtand. Allein Prieſtley bemerkte ſie auch in gemeiner Luft, und mußte ſie alſo dem Queckſilber zuſchreiben, zu welchem ſie auch im Feuer ward. Dieſer ſchwarze Stoff entſtand auch, wenn der elektriſche Funke zwiſchen 2 eiſernen Drähten $\frac{1}{2}$ Zoll über der Oberfläche des Queckſilbers in vitriolſaure oder gemeine

meine Luft geleitet ward; bey einer beträchtlichen Entfernung blieb er endlich in letzterer aus, aber in der vitriolsauren ward er in der Entfernung mehrerer Zolle, ja sogar dreyer Füße, über der Oberfläche des Quecksilbers durch den elektrischen Funken erzeugt, daß das Queckſilber also in den ganzen von der vitriolsauren Luft eingenommenen Raum vertheilt gewesen seyn müsse, und zwar sehr bald, weil die Funken gleich nach der Zurichtung der Röhre zugelassen waren. Ward die vitriolsaure Luft aber durch Wasser, wenn gleich dieses wieder durch Queckſilber, eingeschlossen, so blieb der schwarze Stoff aus. Dieser bestehe also aus einem mit Brennbarem übersättigten Queckſilber, welches Brennbare aus dem elektrischen Stoffe bey Schlagung des Funkens in gemeiner, vorzüglich aber in der vitriolsauren Luft, welche Brennbares im Ueberflusse enthalte, entbunden werde. Dieser schwarze Stoff ward aber durch Schütteln im Wasser nicht wieder zu laufendem Queckſilber, und schien also eine Aehnlichkeit mit dem mineralischen Mohre zu haben, weil die vitriolsaure Luft unter gewissen Umständen in Schwefel verwandelt ward, gab aber auf heißem Eisen keine blaue Flamme, und mußte mithin sehr wenig Schwefel enthalten. Da endlich Queckſilber in einer engen, in eine Phiole mit starker Vitriolsäure und Kupfer gehenden Glasröhre durch die erzeugte vitriolsaure Luft nicht abnahm, so schließt Priestley, daß das Queckſilber von der vitriolsauren Luft nicht eigentlich aufgelößt werde, sondern eine eigentliche Ausdünstung desselben angenommen werden müsse.

24. Ueber die Gegenwart der Salpeterſäure in den Metallkalken. Priestley hatte schon zuvor aus verdünnten Kupfer- und Queckſilber-

ſilberauflöſungen in Salpeterſäure durch anhaltende Hitze Kryſtalle erhalten, welche an der Luft nicht zerfloſſen, erhielt aber nachher einen ſolchen ſalzigen Körper in kürzerer Zeit aus Eiſen, welches in einem Tage durch ſtarke Erhitzung im Sandbade, in einer zugeſchmolzenen Glasröhre, aus ſeiner verdünnten Auflöſung, kalkförmig, aber ſehr ſcharf ſchmeckend, niederfiel, da denn die Säure ungefärbt ward, und wieder Eiſen auflöſen konnte. Kupferauflöſung erfordere eine längere fortgeſetzte Hitze; denn binnen ohngefähr einer Woche bildeten ſich noch weit mehr Kryſtalle in derſelben, ſo daß die Feuchtigkeit gleich darauf, als ſie aus der Röhre gegoſſen worden war, einem Teige ähnlich zu ſeyn ſchien. Als aber die Maſſe mittelſt der Hitze in der freyen Luft aufgelößt und dann getrocknet worden war, ſo ſtellte ſie ein vollkommen zerfließbares Salz dar.

Fabroni habe ihn belehrt, daß der Zinnkalk den Salpetergeiſt dephlogiſtiſirte und entfärbte; Prieſtley fand dieß richtig, aber auch zugleich, daß die Säure mit der Farbe alle Stärke verlor, auch andere Metalle und Erden, bey dieſer Behandlung, eine ſehr ſtarke Verwandtſchaft zur Salpeterſäure hatten, und mit ihr und ihrem wenigen Waſſer feſt zuſammenhingen und einen ganz trockenen Stoff gaben, deſſen Feuchtigkeit ſich jedoch durch Hitze entdecken ließ. Zu dieſen Salpeterſäure enthaltenden Kalken gehöre auch die, ſonſt durch Sättigung der rothen mit Salpeterdämpfen bereitete weiße Mennige, und überhaupt nehmen alle von ihm unterſuchte Metallkalke bey ſolcher Sättigung eine weiße Farbe an. Jetzt bereite er alle dieſe Salpeterſäure enthaltenden Kalke mittelſt einer einfachen Deſtillation ſchwacher geſättigter Auflöſungen

irgend

irgend eines Metalls, wobey der größte Theil des Wassers abdunste, und die Säure vereinige sich zugleich mit einem kleinen Theil Wasser genau mit dem Kalke des Metalls; dieser werde alsdann in der Gestalt eines weißen Pulvers mit allem Brennbaren des Metalls gefällt, und könne weder in dem nämlichen Auflösungsmittel, noch im Wasser wieder aufgelöst werden. So sey der Erfolg wenigstens beym Kupfer; Zinn habe bey einem, wenn nicht gleichen, doch ähnlichen Verfahren keine verschiedenen Erscheinungen gezeigt: andere Metalle mögen wahrscheinlich manche und beträchtliche Verschiedenheiten zeigen. So ging von gesättigter, von Bereitung der Salpeterluft rückständiger etwa $\frac{1}{20}$ starke Salpetersäure, gegen $\frac{12}{20}$ Wasserhaltender Kupferauflösung eine durchsichtige, beynahe geschmacklose, Feuchtigkeit über, und fiel ununterbrochen ein weißer Stoff nieder, welcher abgetrocknet ein weißes Pulver blieb, in der Hitze häufige rothe Dämpfe und wenige Feuchtigkeit gab, und alle Erscheinungen der weißen Mennige und des durch Abziehen der Salpetersäure über Zinnkalk und Zinn erhaltenen Stoffs zeigte. Ferner löste Priestley 2 Quentchen 48 Gran Bley in mit ohngefähr eben so vielem Wasser versetztem Salpetergeiste auf, erhielt wenige Luft und ein weißes mit weniger Feuchtigkeit bedecktes pulverartiges Ueberbleibsel, so im Wasser auflößbar war, im Feuer mit der Feuchtigkeit floß, und nach deren Verdunstung 24 Gran, vermuthlich von angezogener Säure und Wasser, zugenommen hatte, dennoch von den vorhergehenden Kalken nicht verschieden war und in der Hitze einen, aber dem Anscheine nach sehr wasserreichen rothen Dampf gab.

Nunmehr ſetzte Prieſtley auf ſolche Art aus Bley, Zink, Kupfer und Zinn erhaltene weiße Kalke in gläſernen Röhren der Wirkung der Flamme eines Lichts vor dem Blaſerohre aus; ſie gaben alle rothe Dämpfe, welche nach Zuſchmelzung der Röhren in einigen Tagen von allen, doch langſamer vom Bleykalke, als vom Kupfer- und Zinnkalke, wieder eingeſogen wurden, und wenn man alſo den Theil der Röhre, in welchem der Kalk befindlich ſey, abſchmelze, ſey dieß die leichteſte Art, Röhren mit dem rothen Dampfe zu füllen, durch deren Unterlaſſung zuvor ein Verſehen begangen worden ſey, jedoch der eingeſogene Dampf durch Hitze wieder ausgetrieben werden könne.

25. Ueber die Miſchung der Vitriol- und Salpeterſäure. Der bey der Miſchung derſelben niederfallende weiße Stoff ſey von der Salzſäure aufgelößt worden, habe ſie gelb gefärbt, und ſcheine mit dem bey der Deſtillirung der Vitriolſäure rückſtändigen einerley zu ſeyn. Die Salpeterſäure werde dabey ſo flüchtig, daß ſie ganz davon gehe; eine Miſchung aus gleichen Theilen hatte nach 4 Monathen den Stöpſel der ſie enthaltenden Phiole herausgetrieben, und war nun reine Vitriolſäure, gab wenigſtens bey der Auflöſung des Eiſens, ſelbſt anfänglich, nur entzündbare Luft, ohne beygemiſchte Salpeterluft; eben ſo verhielt ſich auch eine andere 4 Wochen in einer nicht verſchloſſenen Phiole aufbewahrte Miſchung. Die Kryſtalle der mit ſalpeterſaurem Dampfe geſchwängerten Vitriolſäure zerfloſſen an freyer Luft, nahmen dabey doppelt am Maaße zu, und gaben bey der Auflöſung des Eiſens auch bloße entzündbare Luft.

Noch

Noch schneller entwich die Salpetersäure, wenn die Mischung der Salpeterluft ausgesetzt war, indem sie dadurch phlogistisirt und außerordentlich flüchtig ward. Die Salpeterluft ward eben so bald, als von reiner Salpetersäure, eingesogen, die Mischung mit einem dichten rothen Dampfe bedeckt, hellpommeranzenfarbig, darauf in freyer Luft in 24 Stunden oben hellblau und unten gelblich, darnach in frischer Salpeterluft in 14 Tagen farbenloß und sodann mit Eisen bloße entzündbare Luft; das Wasser aus dem Cylinder, in welchem das Verfahren angestellt war, gab viel starke, durch die Schwängerung desselben mit dem salpetersauren Dampfe erzeugte Salpeterluft. Bey wiederholtem Versuche verlor die Mischung ihre Farbe, in der Salpeterluft in 4 Tagen, und gab dann mit Eisen auch bloße entzündbare Luft.

Salzsäure, zur Vitriolsäure gethan, ward augenblicklich, wenn nicht völlig, doch größtentheils, in Gestalt salzsaurer Luft, ausgetrieben; zu obiger Mischung langsam hinzugegossen schwamm sie oben auf, ward da, wo sie selbige berührte, gelb, und ließ Luftblasen aufsteigen: am folgenden Tage hatte die ganze Mischung eine Pommeranzenfarbe, schäumte beym Schütteln sehr, und gab viel Luft von sich, ward darnach blässer, und endlich am folgenden Tage ungefärbt, wie Wasser.

Kleine Stücke Papier und Holz veränderten die Farbe der Mischung der Vitriol- und Salpetersäure nicht, eine Fliege färbte sie bräunlich; am folgenden Tage sahe erstere hellblau, letztere noch dunkler aus; nach 3 Wochen gaben beyde mit Eisen nur entzündbare Luft. Daß dieß die Abwesenheit der Salpetersäure beweise, bestärkt Priestley mit der Erfahrung

voriger Verſuche, da die Miſchung, in welcher ſie noch gegenwärtig war, mit Eiſen, erſtlich Salpeterluft und darnach entzündbare Luft gab.

26. Ueber die Meerſalzſäure und die nach ihr benannte Luftart. Eine Nachricht von Fabroni, daß der Braunſtein, der Entdeckung Bergmann's zu Folge, in Rückſicht auf den Salzgeiſt eine dephlogiſtiſirende Kraft beſitze, erregte bey Prieſtley den Wunſch nach einer vollkommen dephlogiſtiſirten Salzſäure, um zu erfahren, ob ſolche auch eine Luft gäbe, welches er nicht vermuthete, weil er zur Annehmung ſolcher Geſtalt immer die Beymiſchung einer gewiſſen Menge vom Brennbaren nöthig gehalten hatte, in welcher Meynung Prieſtley auch durch ſeine Verſuche beſtärkt ward, und aus denſelben ſchließen zu dürfen glaubt, daß die Salzſäure, durch die Beraubung des Brennbaren, der Salpeterſäure ſehr ähnlich werde, indem ſie nicht in Luftgeſtalt dargeſtellt, oder wenigſtens nicht durch Queckſilber geſperrt werden könne, weil ſich ihre Dämpfe, wie die Salpeterſäuren, mit demſelben gleich zu einem weißen Pulver vereinigen. Vielleicht mögen ſolche, mit öligen und andern Stoffen, auch ähnliche Verbindungen, als die ſalpeterſauren Dämpfe, geben, welchen letztern nur hinlängliches Brennbares fehle, um wahre Salpeterluft zu werden, welche auch, wahrſcheinlich wegen des größern Verhältniſſes deſſelben, nicht ſo leicht, als die ſonſt, dem Anſcheine nach, eben ſo zuſammengeſetzte ſalzſaure und vitriolſaure Luft vom Waſſer eingeſogen werde.

Auf Braunſtein gegoſſener und übergetriebener Salzgeiſt ließ eben ſolchen beſondern Geruch ſpühren, als die Auflöſung der rothen Mennige in demſelben.

Hitze

Hitze entband eine Luft, oder Dampf, welchen das Queckſilber aber gleich einſog, und eine ſchwarze Rinde gab; die in der Phiole befindlich geweſene Luft war durch die Dämpfe wenig, oder gar nicht, verdorben worden, weil ſelbige kein Brennbares hielten, oder fahren ließen. Eben ſo vereinigten ſich die durch Hitze getriebenen Dämpfe des mit Braunſtein bloß geſättigten Salzgeiſtes gleich mit dem Queckſilber, und gaben nach dem Trocknen ein weißes oder graues Pulver, hatten die in der Phiole befindliche Luft auch nicht verdorben. Das Pulver verflog von einem Stücke Glas über der Flamme eines Lichts, ließ jedoch wenigen, dem rothen Queckſilberniederſchlage nicht ſehr unähnlichen, röthlichen Stoff nach (daß ſich mithin auch hier eine Gleichheit zwiſchen der ſo veränderten Salzſäure und dem Salpetergeiſte finde), welcher in mäßiger Hitze weiß und aufgetrieben ward, und in verſtärktem Sonnenfeuer über Queckſilber keine merkbare Menge Luft gab. Mit rother Mennige geſchwängerte Salzſäure zeigte die nämlichen Erſcheinungen.

Hiernächſt führt Prieſtley noch einige Beobachtungen in Anſehung der Salzſäure an; die bey der Auflöſung des Silbers in Salpeterſäure nachbleibenden ſchwarzen Flocken löſe Salzgeiſt auf, und werde davon gelb; eine Auflöſung des Eiſens in ſtarker Salzſäure hatte keine Farbe, ward aber an der Luft braun, weil, wie Prieſtley glaubt, der Eiſenkalk, bey der Entweichung der Säure und des Brennbaren, niederfiel; in zugeſchmolzenen gläſernen Röhren im Sandbade erhitzte Salzſäure verdarb die mit eingeſchloſſene Luft keinesweges; Weineſſig aber verdarb ſie ſo ſehr, daß ſie mit gleich viel Salpeterluft 1,44

wies; Salpeterſäure haltende Kalke ertheilten gemeinem Salzgeiſte nicht die Kraft, das Gold aufzulöſen.

Die beyden folgenden Abſchnitte enthalten elektriſche Verſuche und Beobachtungen, von welchen das Weſentlichſte in der Folge wird angeführt werden. Der 29ſte Abſchnitt enthält einige Verſuche vom Schalle in verſchiedenen Luftarten, von welchen ſchon oben das nöthigſte angeführt worden iſt.

30. Vermiſchte Verſuche. 1. Beobachtungen über die Vermiſchung des Kalkwaſſers mit einer Auflöſung des Eiſens in Salpeterſäure. Sie gab einen ſchönen blauen Niederſchlag, welcher aber von der Luft roth ward. 2. Beobachtungen über ein ohne Vermuthung entſtandenes flüchtiges Laugenſalz. Die rothe Rinde, welche in ſehr verdünnter Auflöſung des Kupfers in Salpeterſäure um Eiſendrath entſtanden und ein Eiſenkalk war, hielt einen grünen Stoff beygemiſcht, welcher ſtark nach flüchtigem Laugenſalze roch. Prieſtley meint, der Eiſenkalk ſey mit dem Brennbaren der durch den Kalk zerlegten Salpeterſäure überſättigt, und das Laugenſalz, welches dieſer und andere Metallkalke enthalten, durch die Vereinigung mit demſelben zu flüchtigem Laugenſalze geworden, wie er auch jetzt der Meynung ſey, daß der Eiſenroſt mehr Brennbares, als das Eiſen ſelbſt, enthalte, und die Salpeterluft, in welcher, nach der Behandlung mit dem Eiſen, eine Kerze beſſer, als in gemeiner Luft brenne, eigentlich dephlogiſtiſirte Salpeterluft genannt werden könne, weil ſie ihr Brennbares dem Eiſen mitgetheilt habe. 3. Von der durch faulende Subſtanzen nicht merkbar verdorbenen Luft. Das Rückbleibſel einer über Queckſilber

gefaul

gefaulten und keine Luft mehr gebenden Kälberhalsflechte theilte gemeiner Luft in 2 Tagen einen sehr unangenehmen Geruch mit, ohne sie sonst merkbar zu verderben, hatte sie aber in 2 Monathen phlogistisirt; doch glaubt Priestley, daß es mit der Zeit dieß Vermögen würde ganz verloren haben, und schließt hieraus, daß solches wenigstens sehr vermindert worden sey, ehe sich der unangenehme Geruch verloren habe.

Im 31 und 32sten Abschnitte führt Priestley einige Anmerkungen und eine kurze Uebersicht der von ihm gemachten merkwürdigsten Erfahrungen an.

33. Versuche und Beobachtungen, welche erst nach dem Abdrucke der vorhergehenden Abschnitte gemacht worden sind. 1. Ueber das Athmen der dephlogistisirten Luft. Eine Maus starb in derselben, ob sie gleich mit doppelter Menge Salpeterluft beträchtlich weniger, als 1,0 zeigte; die zweyte lebte in derselben noch einige Stunden, und als sie dem Tode nahe war, durch Erwärmung noch einige Stunden länger, und hinterließ sie dann nach ihrem Tode völlig phlogistisirt, daß also der vormals bemerkte frühere Tod vom Mangel der Wärme und nicht von der Luft selbst hergerührt habe. 2. Von der Menge dephlogistisirter Luft, die man aus dem Salpeter erhalten kann. Fontana rechne auf 100 Unzenmaaß aus 1 Unze Salpeter, und so viel habe Priestley auch vermittelst belegter gläserner Retorten, in einer Hitze, welche diese vertragen konnten, aus Retorten von feuerfestem Thone aber, durch Weißglühen, von 2 Unzen Salpeter 500 Unzenmaaß beträchtlich dephlogistisirter und mit sehr weniger fixer verbundener Luft erhalten; die erste war

so rein, daß sie mit 2 Theilen Salpeterluft 0,7 zeigte, die letzte ward langsamer abgeschieden und zeigte 1,3; sie sey also durch ein in der Retorte befindliches Wesen verdorben worden, weil eben so in einem Glase erzeugte Luft sehr rein sey, und gemeiniglich weniger, als 0,5 zeige; das Zurückgebliebene wog 7 Quentchen 12 Gran, und Priestley rechnet 5 Quentchen 12 Gran für das Gewicht der Luft, 2 Quentchen 36 Gran für das Krystallisationswasser, daß mithin 2 Quentchen Verlust bleiben, so theils von saurem Dampfe, der in der Luft verbreitet, und nicht genau mit ihr vereinigt sey, theils von einer oft mit übergangenen weißen Wolke herrühre. 3. Ueber die dephlogistisirte Salpeterluft. Auch Hammerschlag veränderte die gewöhnliche Salpeterluft zu solcher. Wasser, anstatt verdünnter Auflösung des Kupfers in Salpetersäure zu den mit solcher behandelten Nägeln gegossen, gab phlogistisirte Luft, nach Abhellung desselben zugegossene Kupferauflösung wieder dephlogistisirte Salpeterluft. Als Schneewasser mit dieser geschwängert, und sie durch Hitze wieder ausgetrieben war, ward von der ausgetriebenen Menge nur $\frac{1}{6}$ wieder vom Wasser eingesogen; eine Maus kam in ihr dem Tode bald nahe; eine andere befand sich in solcher 5 Minuten sehr wohl, worauf sie noch ein Licht brennen ließ, aber von der Salpeterluft nicht verändert ward, welche also in diesem Falle nicht zur Prüfung ihrer Tauglichkeit zum Athmen diene; in einer zu einer andern Zeit aus geschwängertem Wasser getriebenen starb eine Maus fast so bald, als in einer andern schädlichen Luftart. 4. Von einer Auflösung des Kupfers in flüchtigem Laugensalze in Rücksicht auf ihr Verhalten in der Wärme. Sie gab, wie die Auflösung in der Salpetersäure,

einen

einen Niederschlag, welcher blau aussah, und dem Glase fest anhing. §. Beobachtungen über das Vermögen der verschiedenen Luftarten, Hitze anzunehmen. Die entzündbare Luft pflanzte die Wärme am besten fort, fixe und alle Luftarten bey weitem nicht so gut, als die gemeine, die laugensalzige eher besser, als die sauren, die dephlogistisirte etwas, doch unbeträchtlich weniger, als gemeine, bey welcher Gelegenheit Priestley auch seine ehemalige Wahrnehmung einer viel stärkern Ausdehnung der laugensalzigen Luft, als anderer, durch die Wärme bekräftigt fand.

Lavoisier hatte, wie bereits oben angeführt, gegen Priestley's und vieler Anderer Behauptung angenommen, daß die Entstehung der Säuren, so wie die der dephlogistisirten Luft, von der Gegenwart des Sauerstoffs abhange. Besonders aber war man noch nicht einig über das Wesen und den eigentlichen Ursprung der sogenannten fixen Luft. Lavoisier unternahm es daher, diese merkwürdige Luftart einer nähern Prüfung zu unterwerfen. Er sucht aus seinen genauen Versuchen zu erweisen, daß diese Luft wahre Kohlensäure sey, in welche sich die Lebensluft, wenn reine Kohle in selbiger verbrannt werde, verwandele. Um aber aller Zweydeutigkeit auszuweichen, nennt er dasjenige Kohle, was man im gemeinen Leben so benennt, d. i. eine Verbindung von kohliger Materie, brennbarer Luft aus dem Wasser, etwas Erde und fixen Alkali, hingegen kohlige Substanz oder Kohlenstoff, die Kohle ohne brennbare Luft aus dem Wasser, ohne Erde und fixes Alkali. Seine Versuche, die er in Gegenwart der Herren la Place und Meusnier angestellt hatte, gaben ihm genau folgende Resultate:

wenn man ſehr reine Kohlen unter einer Glocke mit Lebensluft verbrennt, welche mit Queckſilber geſperrt iſt, ſo verwandelt ſich ein Theil der Lebensluft in Kohlenſäure. Abſorbirt man durch kauſtiſches Alkali die Portion Kohlenſäure, welche ſich gebildet hat, ſo iſt das Zurückgebliebene noch reine Luft, in der man wiederum Kohlen verbrennen kann, und wenn man einige mal dieſen Verſuch wiederholt, ſo kann man alle Lebensluft in fixe Luft, ohne Rückbleibſel, verwandeln. Bey dieſer Operation verbindet ſich der Sauerſtoff, ein Beſtandtheil der Lebensluft, mit dem Kohlenſtoffe, und macht Kohlenſäure, der Wärmeſtoff aber, der den andern Theil der Lebensluft ausmacht, wird mit den der Wärme oder dem Feuer eigenen Eigenſchaften entwickelt.

Das Verbrennen der Kohlen komme alſo von den verſchiedenen Verwandtſchaften des Sauerſtoffs her, und zeige, daß der Sauerſtoff mehr Verwandtſchaft mit dem Kohlenſtoffe, als dem Wärmeſtoffe, habe. Ferner zeige es, daß die Kohlenſäure aus Kohlenſtoff und Sauerſtoff beſtehe, ſo wie Vitriolſäure und Phosphorſäure aus Schwefel und Phosphor mit Sauerſtoff beſtehen.

In den neuern Zeiten hat man Lavoiſier's Behauptung durch ſehr oft wiederholte Verſuche immer mehr zu beſtätigen geſucht, ſich beſonders mit der Zerlegung des kohlenſauren Gas beſchäftigt, und ſich bemüht, den Kohlenſtoff als einen ſeiner Beſtandtheile daraus zu entwickeln. Endlich iſt es Herrn Smithſon Tennant q) gelungen, die Kohle aus der

q) Philoſoph. Tranſact. 1791. Vol. LXXXI. p. 182. ſq. Ueber die Zerlegung der Luftſäure; in Gren's Journal der Phyſik. B. VI. S. 229. f.

der Kohlensäure wieder herzustellen. Er nahm hierzu eine beschlagene Glasröhre, welche an dem einen Ende verschlossen war, brachte zuerst etwas weniges Phosphor, nnd darauf etwas fein gepulverten Marmor hinein, verstopfte die Röhre, doch nicht ganz genau, und erhitzte sie bis zum Rothglühen einige Minuten lang. Nach dem Zerbrechen der erkälteten Röhre fand er darin ein schwarzes Pulver, welches aus Kohle mit phosphorsaurer Kalkerde und Phosphor mit gebrannter Kalkerde bestand. Ward nun die phosphorsaure Kalkerde durch Auflösung in einer Säure und durch Filtriren, der Phosphor aber durch Sublimation davon geschieden, so blieb eine Kohle zurück, welche sich von der Kohle der vegetabilischen Materien in keiner Rücksicht mehr unterscheiden ließ. Nach Tennant findet die Wiedererzeugung der Kohle folgender Maaßen statt: der Kohlenstoff werde, ob er gleich eine größere Verwandtschaft, als der Phosphor gegen den Sauerstoff, hat, gleichwohl durch die Summe der Verwandtschaften des Phosphors gegen den Sauerstoff, und der Phosphorsäure gegen die Kalkerde, vom Sauerstoffe getrennt.

Nach Pearson r) gelingt die Zersetzung des kohlensauren Gas noch leichter und besser mit kohlensaurem Mineralalkali und Phosphor, wenn man 2 Theile des letztern mit 8 Theilen des erstern, welches seines Krystallisationswassers völlig beraubt worden ist, in einer Glasröhre einer starken Rothglühehitze aussetzt. Hierbey bildet sich Kohle und phosphorsaures Mineralalkali.

Ueber

r) Experiments made with the view of decompounding fixed air by *G. Pearson*. Philos. Transact. Vol. LXXXII. P. II. p. 289. sq.

Ueber die Vermehrung des Gewichts, welche Schwefel und Phosphor beym Verbrennen erleiden, hat Lavoiſier noch neuere Bemerkungen gemacht, und gefunden, daß die daher entſtandene Phosphorſäure eine Zunahme am Gewichte erhalte, welche der abſorbirten Menge Lebensluft genau entſpricht. Wenn die Lebensluft, ſagt er, die man angewandt hat, vollkommen rein war, ſo iſt der Rückſtand nach dem Verbrennen ſo rein, wie vorher; und läßt man die ſauren Dämpfe, die ſich gebildet haben, verdichten, ſo kann man eine neue Portion Phosphor darin verbrennen u. ſ. f., bis alle Lebensluft verſchwunden iſt.

Bergmann hatte die Folgen, welche Lavoiſier vormals aus ſeinen Verſuchen geſchloſſen hatte, beſtritten. Er hatte nämlich bemerkt, daß die ſpecifiſche Wärme der entſtandenen Säuren größer ſey, als der verbrannten Subſtanz, und dieſer Vermehrung der ſpecifiſchen Wärme ſchreibt er eben die Zunahme an Gewicht zu. Was die Verminderung der Lebensluft anbetrifft, in welcher das Verbrennen geſchieht, ſo ſchreibt er ſie, mit Scheele, der Verbindung der Lebensluft mit dem Phlogiſton zu, um Wärme zu erzeugen.

Lavoiſier hingegen bemerkt zuerſt, daß Bergmann, indem er ſich von ſeiner Meynung zu entfernen ſcheine, ſie doch zum Theil annehmen müſſe. Er ſchreibe wirklich die Zunahme an Gewicht, welche der Phosphor beym Verbrennen erhält, der Abſorption und der Fixirung der Lebensluft zu; Bergmann hingegen der Fixirung der Wärme. Da nun in dem Syſteme des letztern die Lebensluft ein Beſtandtheil der Wärme ſey, ſo ſey ſeine Behauptung auch in der des letztern begriffen. Es ſey jetzt alſo nicht mehr die

Frage,

Frage, ob die Lebensluft in den Säuren beym Verbrennen fixirt werde, sondern ob sie sich vorher mit dem Phlogiston verbinde, um Wärme zu erzeugen.

Nehme man nun zuerst mit Bergmann an, daß eine Portion des Feuers bey dem Verbrennen des Phosphors in der Phosphorsäure gebunden werde, so müsse man doch auch mit Scheele gestehen, daß eine beträchtliche Menge dieser Wärme zerstreut werde, und durch die Poren der Gefäße davon gehe, das Zeugniß der Sinne sey daher schon hinreichend, um diese Wahrheit festzusetzen. Er und la Place haben bemerkt, daß 1 Unze Phosphor, wenn sie verbrenne, 6 Pfund 4 Unzen 48 Gran Eis schmelzen könne. Gebe man also mit Bergmann zu, daß die Wärme ein merkbares und zu schätzendes Gewicht besitze, und müsse man auch gestehen, daß eine Portion der Wärme durch die Poren der Gefäße beym Verbrennen fortgehe, so würde daraus folgen, daß beym Verbrennen des Phosphors und des Schwefels in hermetisch verschlossenen Gefäßen man eine Abnahme am Gewicht, so wie sich Wärme entwickele, und mit den umgebenden Körpern sich in Gleichgewicht setze, bemerken müsse. Der Grund dieser Folge sey falsch, wenn ihr Versuche und Beobachtungen entgegen seyen. Wirklich fand auch Lavoisier, daß die Wärme, welche aus 92 Gran brennenden Phosphor entweicht, so beträchtlich sie auch unsern Sinnen erscheint, doch keine merkliche Schwere besitzt. Es sey daher der Wärmestoff nicht zusammengesetzt, wie Scheele, und nach ihm Bergmann, glaube und bestehe nicht aus Lebensluft und Phlogiston, weil ein Körper, der Gewicht habe, nicht der Bestandtheil eines andern seyn könne, der kein Gewicht habe.

Weiter folge daraus, daß die beträchtliche Zunahme von beynahe 150 Theilen auf 100, die der Phosphor beym Verbrennen erhalte, so wie auch die Gewichtszunahme des Schwefels und vieler anderer Körper, nicht durch die Verbindung mit der Wärme könne erklärt werden, wenn man nicht von falschen Voraussetzungen, welche durch Thatsachen gar nicht bestätigt werden, ausgehen wolle.

Ferner folge daraus, daß man auf das zurückkommen müsse, was er schon in seinen ersten Abhandlungen angegeben habe, und daß man erkennen müsse, der Schwefel, so wie der Phosphor, absorbire oder zersetze vielmehr beym Verbrennen die Lebensluft, nehme die Basis derselben in sich, wodurch die Wärmematerie, die sich in einer großen Menge in der Lebensluft befindet, da ihre Basis eine neue Verbindung eingeht, frey wird, und sich in die Körper umher verbreitet.

Diese so einfachen Erklärungen, die so natürlich mit den Erscheinungen zusammenhingen, wären schon lange angenommen worden, wenn die Chemiker, eingenommen von der Existenz des Phlogistons, eines Wesens, von welchem man bisher nur sehr verwirrte Begriffe habe geben können, welches ein jeder nach seiner eigenen Manier definire, oder vielmehr, welches derselbe Chemiker oft sehr verschieden definire, nachdem die Facta seyen, die er erklären wolle, wenn die Chemiker, sage er, sich nicht die äußerste Mühe gegeben hätten, um die alte Theorie mit den neuern Erfahrungen zu verbinden.

Was man bey dem Verbrennen des Schwefels und Phosphors bemerke, finde auch beym Verbrennen aller andern Substanzen statt, nur mit dem Unterschiede,

rschiede, daß bey denjenigen, wo die Substanz in ne Gasart verwandelt werde, z. B. bey dem Ver rennen, welche er das kohlige nennen wolle, man as Gewicht der entstandenen fixen Luft, die als Gas ürückbleibe, mit rechnen müsse, um zu finden, wie iel das Gewicht durch das Fixiren der Luft zuge ommen habe.

Auf diese und andere Thatsachen errichtete Lavoisier ein ganz neues Lehrgebäude der Chemie auf, elches anfänglich ungemein bestritten wurde, und ovon das wichtigste in der Folge angeführt werden oll. Der vorzüglichste Streitpunkt des phlogistischen nd antiphlogistischen Systems betraf die Natur von Priestley's phlogistisirter und dephlogistisirter Luft, der von Lavoisier's Stickstoff- und Sauerstoffluft. Priestley und seine Anhänger behaupteten: Phos hor, in einer mit dephlogistisirter Luft angefüllten Glocke entzündet, lasse Phlogiston fahren, welches sich mit einem Theile der Luft verbinde, damit phlo gistisirte Luft bilde, und in dieser Gestalt unter der gesperrten Glocke zurückbleibe: Lavoisier und seine Anhänger hingegen behaupteten als Thatsache, daß bey einer gehörigen Menge von Phosphor die Lebens luft ganz verschwinde, und daß, wenn Stickluft zu rückbleibe, diese schon vorher mit der reinen Luft ge mischt gewesen sey, und nicht erst durch das Phlogi ston könne gebildet worden seyn. Dieses Faktum wurde aber geläugnet, bis es endlich dem Hrn. Prof. Göttling in Jena gelang, diesen wichtigen Versuch auszuführen, und dadurch unwidersprechlich zu be weisen, daß die Behauptung der Phlogistisirung der Luft durchs Verbrennen völlig grundlos sey. Nach dem endlich auch mehrere Chemiker diesen Versuch zu

Stande

Stande brachten, so erhielt auf einmal das sogenannte antiphlogistische System in seinen meisten Sätzen allgemeinen Beyfall. Indessen ist bis jetzt noch immer über die Existenz oder Nichtexistenz des Brennstoffs oder des Phlogistons gestritten worden.

Die Hrn. Lichtenberg [s]) und Gren [t]) führen an, daß man eine Luftart erhalte, welche in ihrer Beschaffenheit dem Stickgas ähnlich sey, wenn man Wasserdämpfe durch ein irdenes glühendes Pfeifenrohr streichen läßt. Lichtenberg hielt sie für eine Luftart, die wir noch nicht recht kennen, dem Stickgas wenigstens sehr ähnlich, wo nicht mechanische Beymischungen abgerechnet, ganz dieselbe sey. Es blieb hier aber immer unerklärbar, wo das Stickgas herkomme. Dringt es vielleicht von außen durch das Pfeifenrohr hinein? Was geht mit dem Wasser vor, und welche Veränderungen geschehen am Rohr? Lavoisier läugnet überhaupt, daß sich Wasser durch bloßen Wärmestoff in Luft verwandeln lasse, und sieht den Uebergang desselben durch eine gläserne Röhre als bloße Destillation an. Auch schienen dieß Versuche, welche der Herr von Hauch [u]) mit goldenen, silbernen, porzellanen und gläsernen Röhren angestellt hat, zu bestätigen. Indessen hat die Entstehung des Stickgas auf diese Art den Chemikern viel zu schaffen gemacht. Einige haben dieß so erklärt: der Lichtstoff trete zugleich

s) Erxleben Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Gött. 1794. 8. S. 214.

t) Systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. §. 288.

u) Gren's Journal der Physik. B. VIII. S. 27. u. f. Chemische Versuche über die Bestandtheile und die Zerlegung des Wassers.

gleich mit dem Wärmestoffe an den Wasserdampf, und ersterer gebe ein Bindungsmittel ab, welches die beyden letztern in eine chemische Vereinigung bringe, und eben dadurch den Wasserdampf in Stickgas umändere. Andere erklären das Entstehen der Stickluft aus dem Eindringen der äußern atmosphärischen Luft durch das glühende Pfeifenrohr. Die Vermuthung, daß Stickluft eine wirkliche Verbindung mit dem Lichtstoffe habe, schien sich durch die merkwürdigen Versuche, welche Göttling x) über das Leuchten des Phosphors in Stickluft anstellte, noch mehr zu bestätigen. Dieß Leuchten nahm man sonst als ein schwaches Verbrennen an, und glaubte daher, daß es sich in reiner Luft stärker, als in gemeiner Luft, und im Stickgas gar nicht zeige. Göttling aber fand, daß der Phosphor in dem reinsten Sauerstoffgas gar nicht, im Stickgas hingegen desto lebhafter leuchte. Er erhielt eine Sauerstoffluft, wenn er die Dämpfe der Salpetersäure durch ein glühendes Pfeifenrohr schnell durchtrieb, im Gegentheil aber eine Luft, die sich fast wie reine Stickluft verhielt, wenn die Dämpfe langsam durchgeleitet wurden. In ersterer leuchtete der Phosphor nur wenig, in der letztern aber sehr stark. Aus seinen Versuchen glaubte er schließen zu müssen, daß das Leuchten des Phosphors in atmosphärischer Luft nur in so fern statt fände, als sie Stickluft enthält. Das Leuchten in atmosphärischer Luft war besonders mit Temperaturerhöhung begleitet, da es hingegen in Stickluft, wo es sich doch weit stärker zeigte, ohne alle Wärme war. Sehr unerwartet war es ihm aber, daß

x) Beyträge zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie auf Versuche gegründet. Weimar 1795. 8.

daß durch dieſes Leuchten des Phosphors nicht allein das Stickgas in ſeinem Volumen vermindert, ſondern ſogar der Phosphor geſäuert wurde. Wenn er nämlich den Phosphor eine Zeitlang in der Stickluft hangen ließ, ſo ward das Leuchten nach und nach ſchwächer, und hörte endlich ganz auf, zugleich war aber auch der Phosphor feucht geworden. Nahm er dieſe Feuchtigkeit mit einem Papiere weg, und brachte ihn alsdann wieder in die vorige Stickluft, ſo leuchtete er abermals, wie zuvor, und überzog ſich aufs neue mit Feuchtigkeit. Das Papier, womit die Feuchtigkeit abgewiſcht ward, erhielt einen ſauren Geſchmack. Oeffnete Göttling ein ſolches Glas unterm Waſſer, ſo trat es davon hinein. Wenn er alsdann den Phosphor von der Feuchtigkeit reinigte, ihn wieder in Stickluft brachte, und darin leuchten ließ, bis er aufhörte, ſo trat nach dem Oeffnen unterm Waſſer noch mehr Waſſer hinein. Durch wiederholte Operationen fand er, daß allemal mehr Waſſer in das Glas trat, und daraus glaubte er ſchließen zu können, daß durch ein ſolches Leuchten des Phosphors das Stickgas nach und nach ebenfalls aufgezehrt, und der Phosphor geſäuert werde.

Göttling's Verſuche wurden von mehreren Chemikern wiederholt, die Reſultate derſelben aber mit den Göttlingſchen nicht übereinſtimmend gefunden. Eimbke [y]) bemerkte gar kein Leuchten des Phosphors im Stickgas; Jäger und Scherer [z]) bemerkten es nur unter gewiſſen Umſtänden, aus welchen

y) Gren's Journal der Phyſik. B. VIII. S. 366. f.

z) Ueber das Leuchten des Phosphors im atmoſphäriſchen Stickgas. Reſultate einiger darüber angeſtellten Verſuche und Beobachtung. von D. Scherer und Jäger u. ſ.

chen sich allemal auf Zutritt von Sauerstoffgas schließen ließ. Jäger [a]), Hildebrand [b]), Link [c]), van Mons [d]), Morveau [e]), Berthollet [f]), und mehrere Andere glaubten aus ihren Versuchen schließen zu können, daß das Leuchten im Stickgas unter keiner andern Bedingung statt finden könne, als wenn es Sauerstoffgas enthalte, und dieß wurde hierauf als ganz unläugbare Wahrheit angenommen.

Göttling hatte indessen mehrere Versuche, um der Wahrheit in dieser Sache näher zu kommen, angestellt, und legte vorzüglich in seinem Almanach für das Jahr 1798. einige Fragen, das Leuchten des Phosphors im Stickgas betreffend, den Chemikern vor, um sie aufmerksam zu machen, wie viel noch zu berichtigen sey, ehe man entscheiden könne, auf welcher Seite die Wahrheit liege, die er kurz darauf größtentheils durch seine neuern Erfahrungen beantwortet hat [g]). Vor allen Dingen scheint ihm aber nothwendig zu seyn, Eigenschaften fest zu setzen, wodurch sich die Stickstoffluft von andern unterscheiden müsse, und woran man ihre Gegenwart erkennen könne. Nach den neuern Grundsätzen der Chemie könnten diese Eigenschaften keine andere, als folgende seyn:

I.

a) Gren's neues Journal der Physik. B. II. S. 455.
b) Crell's chemische Annalen 1796. B. II. S. 411 u. 488.
c) Beyträge zur Physik und Chemie. St. 2. Rostock und Leipzig 1796. S. 121.
d) Gren's neues Journal der Physik. B. III. S. 326.
e) Ebendaselbst. S. 330.
f) Ebendaselbst. S. 329.
g) Beytrag zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie. 2tes St. Weimar 1798. 8.

1. Muß sie keinen Geruch haben, denn daraus wäre schon zu schließen, daß fremde Theile mit ihr in Verbindung getreten sind.

2. Muß sie, mit der atmosphärischen Luft oder auch mit der reinen Sauerstoffluft vermischt, keinen Dampf geben.

3. Müssen Thiere in ihr ersticken, und brennende Lichter in ihr erlöschen.

4. Darf sie mit der Salpeterluft keinen rothen Dampf bilden, und auch eigentlich keine Verminderung damit zeigen. Dabey macht Göttling die Anmerkung, es sey hier die größte Behutsamkeit nöthig, weil die Erfahrung lehre, daß auch die bloße Salpeterluft, durch die Behandlung mit Wasser, einer Verminderung fähig sey.

5. Darf sie das Kalkwasser nicht trüben.

6. Darf sie sich bey Berührung der Sauerstoffluft nicht entzünden, wenn man sich ihr mit einem brennenden Lichte nähert.

7. Muß der Phosphor in einer schwachen Temperatur darin leuchten; wobey er bemerkt, daß man diese Eigenschaft nicht zugestehen wolle, und sie aus einem Antheile Sauerstoffgas herleite, welches noch daran hängt, und mit Schwierigkeit davon zu scheiden sey.

8. Verdünnte vollkommene Salpetersäure oder auch vollkommene Salzsäure.

Er stellte mit dem Phosphor im Sauerstoffgas, von dessen Reinheit er völlig versichert war, neue Versuche an, aus welchen er die Folge ziehen konnte, daß

ganz

ganz reines Sauerstoffgas durch die Einwirkung aus dem Phosphor Stickluft werden kann. Zu diesen Versuchen bediente sich Göttling zuletzt vorzüglich folgender gläserner Vorrichtung: er ließ sich ein gabelförmiges Glasrohr (fig. 24.) a blasen, welches unten bey b mit einer Oeffnung versehen ist; an die beyden obern Oeffnungen d und e wurde ein anderes an beyden Enden gekrümmtes Glasrohr c angeblasen. Diese ganze Geräthschaft wurde mit heißem Wasser angefüllt, und Phosphorstückchen hineingebracht, welche sogleich in Fluß kamen, und sich in der untern angeblasenen Röhre c. sammelten; es wurde so viel Phosphor hineingebracht, daß die Röhre nicht völlig damit angefüllt wurde, sondern die Luft noch sehr gut unter dem Phosphor wegstreichen konnte. Hierauf wurde die Geräthschaft in ein Gefäß mit kaltem Wasser gebracht, um den Phosphor zu erstarren. Nun füllte man selbige mit abgekochtem Wasser an, und füllte in der Luftwanne einen Kolben voll, welcher 1 Unze Wasser hielt, reine Sauerstoffluft hinein, verwahrte die untere Oeffnung b recht gut mit einem Kork, und verband alles mit einer feuchten Blase. Der Wärmegrad war ohngefähr 18 bis 19° Reaum. Hierauf wurde eine Bewegung des Wassers zu unterhalten angefangen, damit die Luft immer über dem Phosphor hin und her strömen konnte. Nachdem diese Bewegung ohngefähr eine Stunde lang fortgesetzt war, so fing der Phosphor zu dampfen an, und leuchtete im Dunkeln. Waren hiebey die Dämpfe zu häufig, so wurden sie durch Schütteln mit dem Wasser in Verbindung gebracht. Während dieser Zeit wurde das Gefäß verschiedene mal unter ausgekochtem Wasser geöffnet, wo jedesmal ein Antheil davon hineinstieg, bis nach 6 Stunden das Leuchten und das Entstehen

der Dämpfe völlig beendigt war. Jetzt wurde das Gefäß wieder geöffnet; es stieg noch ein guter Theil Wasser hinein, und es blieb etwa der 4te Theil von einer Luft übrig, welche sich in allen Stücken wie diejenige Luft verhielt, die übrig bleibt, wenn der Phosphor in der atmosphärischen Luft zu leuchten aufgehört hat. Ein Licht brannte nicht darin, und es wurden auch durch Salpeterluft keine rothen Dämpfe und keine Raumverminderung bemerkbar. Nachdem sie mit vollkommener Salpetersäure behandelt worden, wurde der darin enthaltene Phosphor zerstört, in dem Luftraume leuchtete der Phosphor eine Zeitlang wieder, und sie verhielt sich übrigens in allen Stücken vollkommen wie phosphorhaltige Stickluft. Dieser Versuch wurde noch einmal unter ähnlichen Umständen wiederholt, und es verhielt sich alles eben so. Hieraus schließt nun Göttling, daß das Sauerstoffgas durch die Einwirkung auf den Phosphor Stickluft werde, und daß daraus unwiderleglich dargethan zu seyn scheine, daß die wägbare Basis des Sauerstoffgas und des Stickgas eine und dieselbe sey, und das Stickgas nicht mehr angenommen werden könne.

Endlich zieht er aus allen seinen Versuchen folgende Resultate:

1. Die Sauerstoffluft wird beym Verbrennen des Phosphors in einer dazu hinlänglich hohen Temperatur, wenn sie völlig von Stickstoffluft frey ist, ganz verzehrt; doch können dabey Nebenumstände eintreten, welche den Versuch stören, vorzüglich kann eine zu lange Erhitzung nach beendigter Verbrennung zur Erzeugung eines Antheils rückständiger Luft Gelegenheit geben.

2. In einer schwächern Temperatur, ohngefähr 13 — 14° Reaum., leuchtet und dampft der Phosphor in einer völlig reinen Sauerstoffluft nicht. Die Sauerstoffluft wird aber dabey zu Stickstoffluft, und dann fängt der Phosphor an, in ihr zu dampfen und zu leuchten, bis endlich ein Antheil Luft übrig bleibt, die sich eben so verhält wie Stickstoffluft, worin der Phosphor zu leuchten aufgehört hat; es muß aber die Vorrichtung dabey so getroffen werden, daß immer neue Luftstelle auf den Phosphor treten können.

3. Daß durch zuhiges Stehen die reinste Sauerstoffluft ohne Dampf- und Lichtentwickelung einen Antheil Phosphor in sich aufnehmen oder auflösen kann, ohne ihn zu verbrennen, obgleich vorzüglich die französischen Chemiker behaupten, daß die Stickstoffluft nothwendig sey, den Phosphor aufzulösen, damit ihn die Sauerstoffluft verbrennen könne. Kann nun die Sauerstoffluft den Phosphor ebenfalls auflösen, oder ist ihm ohne Lichtentwickelung eine Veränderung derzuverbringen, die aber bey der Stickstoffluft mit Lichtentwickelung geschieht, so kann die Ursache der Lichterscheinung nicht in der Gegenwart der Sauerstoffluft liegen, sondern die Stickluft muß dabey die Hauptrolle spielen.

4. Der Phosphor leuchtet in einer von Sauerstoffluft völlig freyen Stickstoffluft; er wird dabey gesäuert, und in unvollkommene Phosphorsäure verwandelt, die sich in dem Luftraume verbreitet, wo dann der Phosphor aufhört, ferner darin zu leuchten; welches Leuchten aber wieder seinen Anfang nimmt, wenn die Phosphorsäure auf irgend eine Art in vollkommene Phosphorsäure, wo sie nicht mehr saurstoffig bleiben kann, verwandelt worden ist.

5. Daß die Stickstoffluft beym Erhitzen des Phosphors eine Neigung erhält, einen größern Raum einzunehmen, als sie vor der Erhitzung einnahm, was auch beym Leuchten, aber nur in einem niedern Grade, geschehen kann, und wodurch dann wahrscheinlich die völlige Wegnahme der Stickstoffluft beym Leuchten des Phosphors erschwert wird.

6. In der atmosphärischen Luft leuchtet der Phosphor, die Sauerstoffluft wird dabey ebenfalls zersetzt, weil sie geschickt ist, die dabey durch Hülfe der Stickstoffluft entstandene unvollkommene Phosphorsäure von Zeit zu Zeit in vollkommene umzuändern, bis endlich ein Antheil Stickstoffluft übrig bleibt, in die selbst ein Antheil Phosphor, in einem Zustande der unvollkommenen Phosphorsäure, eingetreten ist, die hernach das fernere Leuchten hindert.

7. Daß das Leuchten des Phosphors in der Stickstoffluft, worin der Phosphor zu leuchten aufgehört hat, wieder seinen Anfang nehmen kann, wenn man Sauerstoffgas hinzusetzt. Daß aber die zugesetzte Sauerstoffluft nur allein durch dieses Leuchten wieder weggenommen werde, ohne daß die Stickluft dabey an Menge abnehme, scheint Göttling nur scheinbar, und nicht nur in der Neigung der mehreren Ausdehnbarkeit der rückständigen Luft (N. 5.), sondern auch in der neuen Entstehung eines Antheils Stickstoffluft zu liegen. Da die Stickstoffluft durchs Leuchten nur sehr langsam zersetzt wird, und man immer mit kleinen Mengen operiren kann, so ist es leicht möglich, daß dieselbe Menge Stickstoffluft durch Hülfe der Sauerstoffluft wieder entsteht, welche durchs Leuchten weggenommen worden war.

8.

10. Daß durch das Verbrennen des Phosphors in der atmosphärischen Luft die Sauerstoffluft weggenommen werde; wird aber der Phosphor ferner darin erhitzt, so geht er entweder als unvollkommene Phosphorsäure Dampfförmigen Phosphor, oder auch in einem Zustande, wo er sich dem phosphorischen Wasserstoffgas nähert, mit dem nächtlichen Lichtraume in Verbindung, und hindert das ferner Leuchten in dieser Luft.

9. Kann die Luft, welche, nachdem der Phosphor in der atmosphärischen Luft aber auch in der Stickstoffluft zu leuchten aufgehört hat, durch Mittel, die den darin befindlichen Phosphor zu zerstören geeignet sind, wieder in den Zustand versetzt werden, wo sie das leuchten bewirken kann; sie wird aber dann, durch das neben den Phosphors in sie, wieder aufgenommene in den Zustand zurückgebracht, wo sie das leuchten nicht mehr zu bewirken im Stande ist.

10. Daß es Fälle gibt, wo die Luft nicht das leuchten des Phosphors hervorzubringen im Stande ist, ob es sie gleich nicht an Sauerstoffluft fehlt, und es eben daher noch lange nicht erwiesen ist, ob die Sauerstoffluft dazu unumgänglich nothwendig ist.

11. Daß es durch Versuche, welche Andere dazu über angestellt haben, noch lange nicht dargethan ist, daß der Stickstoffluft die Eigenschaft, das leuchten hervorzubringen, nicht zukomme, indem diese Luft durch den Phosphor verunreinigt, und daher den Phosphor in sich leuchten zu lassen, unfähig wird.

12. Daß man auch auf diese Art Stickstoffluft habe hervorbringen können, worin der Phosphor nicht aufhöre gleichsam lebe, ehe er mit ihr in eine

eigene, noch nicht hinlänglich bekannte Verbindung (unvollkommene Phosphorſäure) getreten ſey.

13. Daß in der Verunreinigung der Stickſtoffluft durch Phosphor wahrſcheinlich der Grund liege, warum die völlige Wegnahme derſelben ſo große Schwierigkeiten mache.

14. Daß die Sauerſtoffluft durch den Einfluß der Urſache des Lichts allerdings in den Zuſtand der Stickſtoffluft übergehen könne. Göttling fand nämlich, daß, wenn man die Sauerſtoffluft in Blaſen füllte, und ſolche durch ein glühendes Pfeifenrohr ſtreichen ließ, ſich ſolche nach und nach ebenfalls in Stickgas umänderte. Hieraus ließe ſich auch erklären, wie es zugehe, daß Waſſerdämpfe, durch ein glühendes Pfeifenrohr ſtreichen gelaſſen, in Stickgas verwandelt werden. D. Scherer ſey dagegen der Meynung, daß die Sauerſtoffluft in dieſen Fällen durch das Rohr hindurchgegangen, und daß die Blaſen keine ganz luftdichte Hüllen ſeyen, wo dann die atmoſphäriſche Luft hindurchdringe, und das Gleichgewicht erſetze. Göttling erwiedert darauf, daß man hierin ſehr leicht das Sonderbare finden werde. Das Durchdringen der Sauerſtoffluft durch die Pfeifenröhre ſey hier durch nichts erwieſen, und von der Blaſe ſey es ja bekannt genug, daß keine Luft hineinzutreten brauche, um ſich mit der innern Luft ins Gleichgewicht zu ſetzen, weil ſie nach und nach, ſo wie die Luft aus ihr herausgetrieben wird, zuſammenfalle. Sey aber auch ſchon ein Beyſpiel vorhanden, daß in dem Augenblicke, wo eine Luft durch die Hitze aus einem Gefäße herausgetrieben wird, die andere hineintrete? Dieß mußte doch hier geſchehen. Oder die Blaſen hätten ſo lange, bis alle Sauerſtoffluft

sich entfernt hätte, zusammenfallen müssen, und dann, wenn die atmosphärische Luft hineingedrungen wäre, hätten sich solche erst wieder aufblähen, ja sie hätten sich nach und nach beyde mit Stickluft füllen müssen.

15. Daß, wenn sich auch das Leuchten des Phosphors in der Stickstoffluft, und die völlige Wegnahme derselben durch den Prozeß des Leuchtens nicht bestätigen sollte, doch seine Theorie dabey völlig bestehen könne, und es dessen ungeachtet erwiesen sey, daß die Grundlage der Stickstoffluft und der Sauerstoffluft eine und dieselbe sey, weil im entgegengesetzten Falle die Sauerstoffluft bey der Wirkung auf den Phosphor nicht zu Stickluft werden könne.

16. Daß die Operation des Leuchtens und des Verbrennens wesentlich von einander zu unterscheiden sey; denn beym Leuchten des Phosphors in der reinen Sauerstoffluft entsteht Stickstoffluft; hingegen beym Verbrennen wird der ganze Luftraum weggenommen, wenn die Sauerstoffluft völlig von Stickluft frey war.

Die Herren Lampe und Lampadius wollten sogar durch ihre Versuche gefunden haben, daß der Phosphor, in der atmosphärischen Luft verbrannt, Lebensluft zum Rückstande gelassen, und mithin die Stickluft eingesogen habe. Allein man hat gar bald gefunden, daß diese Versuche mit unreinen Luftarten gemacht worden sind.

Zuletzt suchten Fourcroy und Vauquelin [h]) die Versuche Göttling's einer nähern Prüfung zu unter-

h) Annales de chimie. T. XXI. p. 189 — 220. übers. in der Auswahl aus den Pariser Annalen der Chemie zur Ergänzung der in den chemischen Annalen schon befindlichen Aufsätze. 2tes St. S. 364. f.

unterwerfen, und die Erfolge derselben zu erklären. Ersterer hatte schon im Jahre 1788. in einer Abhandlung über die Verbrennung durch die luftförmige oxygenirte Salzsäure darauf aufmerksam gemacht, daß, während dieses Gas den Phosphor sehr schnell entzündet, die Lebensluft ihn nicht nur nicht entzündet, sondern auch nicht einmal leuchten macht. Er erklärte dieses Phänomen daraus, daß der Stickstoff in der oxygenirten Salzsäure in einem viel dichtern Zustande ist, als in der Lebensluft. Auch sey schon Berthollet der Meynung gewesen, daß der Phosphor sich in der Stick- und nicht in der Lebensluft auflöse, daß er sich in der letztern entzünde, wenn er sich zuvor in der erstern aufgelößt habe; daß auf diese Art die langsame Verbrennung in der atmosphärischen Luft vor sich gehe. Er habe aus seinen Beobachtungen zwey nützliche Folgerungen, zwey sinnreiche Ansichten, gezogen, die eine über die Eudiometrie durch das Verbrennen des Phosphors, die andere über die Mischung und Bestandtheile thierischer Substanzen. Ob er gleich sage, daß er Licht gesehen habe, als er den Phosphor in Stickluft brachte, so habe er doch nachher gefunden, daß dieses von ein wenig Lebensluft herrührte, welche in der Stickluft enthalten war, die er durch die oxygenirte Salzsäure aus dem Ammoniak erhalten hatte. Ueberhaupt hätten ihn aber die Erfolge seiner Versuche gelehrt, daß Göttling's Versuche, statt die neuere Theorie der Chemie zu stürzen, der Wahrheit derselben neuen Glanz verleihen. Die von Fourcroy und Vauquelin gefundenen Thatsachen ließen folgende Folgen zu:

1. Daß der feste Phosphor bey einer Temperatur der Atmosphäre, welche unter 22 Grad nach Reaum. ist, nicht brennt.

2.

2. Daß aber der Phosphor bey dieser und einer niedrigern Temperatur sich in der Lebensluft auflößt, jedoch ohne Licht zu verbreiten, oder durch die Verbindung, welche er eingeht, Säure zu bilden, wie dieß bey einer viel höhern Temperatur geschieht.

3. Daß die Eigenschaft zu leuchten nicht bloß von der Zertheilung und Auflösung des Phosphors abhängt, sondern daß sie nur dann statt hat, wenn er brennt, und von seiner Verbrennung unzertrennlich ist.

4. Daß das Phosphoresciren, und folglich auch das langsame Verbrennen des Phosphors, in der Lebensluft nur beym 22sten Grade nach Reaum. und darüber statt hat.

5. Daß es nie ohne Zusatz oder Berührung der Lebensluft entstehen kann, die Beschaffenheit der Luft, die Temperatur, worin er sich befindet, und die Zeit seines Aufenthalts mögen beschaffen seyn, wie sie wollen.

6. Daß der Phosphor sich ohne Wärme in der Stickluft auflößt, und daß diese Auflösung ohne Entbindung von Luft vor sich geht, wenn die Stickluft sehr rein ist, wie z. B. diejenige, welche man durch verdünnte Salpetersäure aus thierischen Substanzen erhält.

7. Daß die Auflösung des Phosphors in der Stickluft, mit Lebensluft vermischt, in der Dunkelheit glänzt, und beständig einen weißen Dampf verbreitet, der nichts anders als Phosphorsäure ist.

8. Daß die gleichzeitige Gegenwart dieser beyden Luftarten zur langsamen Verbrennung des Phosphors, und

und zur Verwandlung desselben in Phosphorsäure, bey reiner Temperatur von 22 Grad, nothwendig ist, und daß er aus diesem Grunde in der atmosphärischen Luft langsam verbrennt, wenn auch die Temperatur niedriger, und selbst nur einige Grade über o ist, da er sich hingegen in der Lebensluft nur über dem 20sten Grade auflößt.

9. Daß sich während seiner Auflösung in der Lebens- oder Stickluft eben so wenig Licht erzeugt, als in einer jeden andern Art Luft, welche nicht im Stande ist, die Verbrennung bey einer niedrigen Temperatur zu bewirken.

10. Daß, wenn der Phosphor in der Stickluft glänzt, dieses von einer geringen Menge von Lebensluft herrührt, welche der Stickluft beygemischt ist. Dieß wird unwidersprechlich bewiesen, wenn man der sehr reinen Stickluft, welche den Phosphor ohne Licht auflößt, eine geringe Menge Lebensluft beymischt, wodurch sie fähig wird, den hineingebrachten Phosphor zum Leuchten zu bringen.

11. Daß die brennbare Luft den Phosphor, wie Stickluft, bey einer niedrigen Temperatur auflößt, ohne Licht hervorzubringen, oder eine Verbrennung Statt findet.

12. Daß diese Auflösung, so wie die in Stickluft, die Verbrennung des Phosphors durch die Lebensluft unter dem 20sten Grade begünstigt, und daß man den Phosphor in einer Mischung der brennbaren und der Lebensluft bey jeder Temperatur in Phosphorsäure verwandeln könne, wie es in der natürlichen Mischung der Stick- und Lebensluft, welche die atmosphärische Luft bildet, geschieht.

13.

13. Endlich, daß die verschiedenen sauren Luftarten und die ammoniakalische Luft den Phosphor bey der gewöhnlichen Temperatur nicht anders auflösen, und daß der Phosphor nicht anders darauf glänzt, als wenn sie ein wenig atmosphärische Luft enthalten.

Hieraus ergebe sich nun, welche Ursache bey Göttling's Irrthum zum Grunde gelegen habe; die Luftarten nämlich, womit er gearbeitet, seyen nicht rein genug gewesen. Außerdem wurden aber auch Fourcroy und Vauquelin bey ihren Versuchen auf drey Thatsachen besonders aufmerksam, um durch deren Vergleichung mit den schon bekannten Sätzen Uebereinstimmung oder Verschiedenheit zu finden:

1. Die Auflösung des Phosphors in der Lebens-, Stick- und brennbaren Luft, bey einer Temperatur, die zur Schmelzung und Verbrennung desselben nicht hoch genug ist.

2. Die Verbrennung des Phosphors durch die Lebensluft und Hülfe der Stick- oder brennbaren Luft, bey einer Temperatur, wo die erste allein unwirksam bleibt.

3. Der auffallende Unterschied in der Flamme des Phosphors in der phosphorischen Stickluft unter den verschiedenen Umständen, wenn sie in Lebensluft gebracht, oder wenn die Lebensluft mit der ersten verbunden wird.

Die Auflösung des Phosphors, der kalt und fest in Lebens-, Stick- und brennbare Luft gebracht wird, geht bey einer niedrigern Temperatur und selbst unter dem 10ten Grade vor sich, ungeachtet des Unterschieds, der unter dem Zustande des festen Phosphors

und

und der elastischen Flüssigkeiten ist. Hieraus ergibt sich, daß die Lebensluft hier eine andere Verbindung eingeht, als bey der Bildung der Säuren, und selbst der Kalke. Um diese Verbindung ohne Ansäuerung, ohne Oxydation begreiflich zu machen, werde die Bemerkung zureichend seyn, daß hier eine Verbindung der Theilchen des Phosphors mit denen der Luft, ohne Zersetzung der Lebensluft, ohne Absonderung seines feurigen Auflösungsmittels, statt hat; daß dieselbe Auflösung in allen Fällen vor dieser Zersetzung und der Verbrennung, oder der innigen Verbindung des Phosphors und des Sauerstoffs hergeht, und daß sie selbst bey allen Verkalkungen der flüchtigen und brennbaren Körper durch die Lebensluft bewirkt werde. Dieselbe Theorie lasse sich also auch auf den Schwefel, auf die Kohle, in Hinsicht der Stickluft, anwenden. In Ansehung der brennbaren Luft scheine die Auflösung des Phosphors von der Aehnlichkeit der beyden brennbaren Körper herzurühren; wir lernten daraus einen Grad der Verbindung kennen, der von der in der phosphorischen brennbaren Luft verschieden sey. Diese lodere bey der Berührung der Luft, jene lasse bloß die Verbrennung durch Beymischung des Sauerstoffs zu.

Eine der sonderbarsten Erscheinungen, welche die Versuche uns darbieten, sey die Eigenschaft der Stick- und brennbaren Luft, den Phosphor in der Lebensluft bey einer niedrigen Temperatur leuchtend und verbrennlich zu machen, wovon auch die langsame Verbrennung in der atmosphärischen Luft unter dem 20sten Grade abhange. Die Verbrennung erfolge, man möge nun die reine Lebensluft mit der phosphorhaltigen Stick- und brennbaren Luft, oder die reine Stick-

und

und brennbare Luft mit der phosphorhaltigen Lebensluft in Verbindung bringen, oder endlich den Phosphor einer Mischung von beyden, wie die atmosphärische Luft, aussetzen. Hieraus ergebe sich ganz offenbar, daß die beyden Luftarten, wovon die eine oder die andere mit derjenigen Menge von Phosphor gesättigt sey, die sie in der Temperatur von 10 oder 12 Grad auflösen können, auf einander einwirken, und nun plötzlich ihren Zustand verändern, weil sie jetzt nicht mehr den Phosphor bloß aufgelöst erhalten, sondern ihn durch seine innige Verbindung mit dem Sauerstoffe in Phosphorsäure verwandeln. In dieser gegenseitigen Einwirkung der beyden Luftarten auf einander sey offenbar die Ursache der langsamen Verbrennung des Phosphors zu suchen. Wenn man also erweisen könnte, daß durch diese Einwirkung der Luftarten untereinander der Phosphor in den nämlichen Zustand versetzt werde, worin er sey, wenn man die langsame Verbrennung in der bis zum 22sten Grade erhöheten Lebensluft bewirke, so hätten wir eine einfache und natürliche Erklärung dieser Erscheinung gefunden. Wenn man nun als eine sehr wahrscheinliche Hypothese annehme, daß der Phosphor, ungeachtet seine Verwandtschaft zum Sauerstoffe viel stärker sey, als die des Wärmestoffs dazu, deswegen nicht in der Lebensluft, ohne Hülfe der Wärme, verbrenne, weil die Kraft des Zusammenhangs unter den Theilchen sich der Wirkung dieser Verwandtschaft widersetze; so sehe man ein, wie durch die Entfernung der Theilchen von einander, vermittelst des hinzugekommenen Wärmestoffs, die Verwandtschaft des Phosphors zum Sauerstoffe das Uebergewicht erhalten und seine Verbrennung bewirken könne. Aus derselben Theorie könnten wir die Verbrennung des Phosphors in der kalten Le-

bensluft, durch die Beymiſchung der Stick- oder brennbaren Luft, die in demſelben Augenblicke vor ſich gehe, wo man der Lebensluft phosphorhaltige brennbare oder Stickluft zuſetze, erklären. Dieſer verbrennliche Körper ſey hinlänglich zertheilt, ſeine Theilchen ſeyen weit genug von einander entfernt, um die Lebensluft zerſetzen, den Sauerſtoff einſaugen, und den Wärmeſtoff und das Licht entbinden zu können. Läßt man Stickluft in die Lebensluft übergehen, welche den Phosphor aufgelößt hält, ſo werden die zu ſehr zuſammengedrängten Theilchen des Phosphors auf einmal die hinzukommende Stickluft, welche ſich zwiſchen die Theilchen der Lebensluft dränge, von einander entfernt; und da dieſe Entfernung den Widerſtand aufhebt, welcher die innige Verbindung des Phosphors mit dem Sauerſtoffe verhinderte, ſo geſchieht nun ſogleich die Verbrennung.

Die dritte Erſcheinung ſey noch viel ſonderbarer und auffallender. Wie laſſe es ſich erklären, daß, wenn man die reine oder phosphorhaltige Stickſtoffluft in reine oder phosphorhaltige Lebensluft bringe, wo es alſo gleichgültig ſey, welche von beyden den Phosphor enthalte, die Flamme viel größer und leuchtender ſey, als wenn man die Lebensluft in die Stickluft übergehen laſſe? Nach ihrer Meynung liege die einfache Urſache dieſer Erſcheinung in der verſchiedenen Dichtigkeit und Schwere der beyden Luftarten. Denn wenn man Stickluft in die Lebensluft bringe, ſo durchkreuze und durchdringe dieſe, welche viel leichter und lockerer ſey, als jene, die letzte ſehr ſchnell, berühre ſie in einer großen Menge von Punkten auf einmal, und ſetze ſo den Phosphor an allen Punkten in Brand. Bringe man hingegen die Lebensluft in die Stickluft,

so dringen die Blasen der ersten, welche viel dichter und schwerer sind, nur mit Mühe in die Stickluft ein, durchkreuzen sie nicht eigentlich, sondern sinken nur unter sie hinab, kommen nur mit einem Theile derselben in Berührung, und so entstehe also diese eingeschlossene und begränzte Verbrennung des Phosphors.

Was endlich noch den Versuch betrifft, daß Wasserdämpfe, durch glühende irdene oder Glasröhren geleitet, wahre Stickluft geben, so hatten die Amsterdammer Chemiker denselben vielfältig wiederholt, und glaubten bewiesen zu haben, daß das Stickgas, das sich beym Durchgange durch irdene oder gläserne Röhren zeigt, lediglich dem Eindringen der äußern Luft zuzuschreiben sey, und daß bey Apparaten, die für atmosphärische Luft undurchdringlich sind, unter diesen Umständen kein Stickgas zu finden sey. Indessen hatte der berühmte Chemiker Wurzer [1]) in Bern zu beweisen gesucht, daß das Wasser, wenn es in geringer Menge plötzlich der Glühehitze ausgesetzt werde, sich in Stickgas verwandele. Da es nämlich bekannt ist, daß glühendes Kupfer auf keinen der beyden von Lavoisier bewiesenen Bestandtheilen des Wassers wirkt, so nahm Wurzer zwey Halbkugeln aus Kupfer, die in einander paßten, und mit einem Eisendrathe zusammengehalten wurden, in deren eine zwey Röhren, eine zum Hineintröpfeln des Wassers, die andere zum Abführen des erzeugten Gas unter dem chemisch-pnevmatischen Apparate eingekittet war. Die Halbkugeln wurden glühend gemacht, und von 26 Cubikzoll Gas, die sich auf diese Art bildeten, ver-

1) Crell's chemische Annalen. 1799. 1. 2. 3. Stück.

verſchluckte Kalkwaſſer 2 Cubikzoll, und die 24 übrigen waren Stickgas.

Die Amſterdammer Chemiker verwunderten ſich über Wurzer's Behauptung, und unternahmen es, den Verſuch zu prüfen. Da ſie bey den vorigen Verſuchen öfters Waſſerdämpfe durch ſehr enge, 2 Linien dicke glühende Kupferröhren getrieben hatten, ohne dadurch das mindeſte Gas zu erzeugen, ſo ließ dieß ihnen einen Fehler in dem Wurzer'ſchen Apparat vermuthen. Denn daß einmal liquides, das andere mal dampfförmiges Waſſer mit dem glühenden Kupfer in Berührung kam, konnte offenbar dieſen Unterſchied nicht bewirken; auch waren ihre Röhren ſo eng als möglich. Um indeß allen Zweifel in dieſer Materie zu heben, ließen ſie den Wurzer'ſchen Apparat einiger Maaßen aus Einem Stück nachmachen. In einer Kugel aus gegoſſenem Kupfer, 4 Zoll im Durchmeſſer, wurden zwey Kupferröhren mit einem ſchwer ſchmelzbaren Lothe eingelöthet, und an die für das Waſſer beſtimmte ein kleiner kupferner Trichter angelöthet, der ſich unten ſo verengerte, daß er nur einzelne Waſſertropfen durchs ließ. Nachdem die Kugel zum Glühen gebracht war, ließen ſie einige Waſſertropfen hineinfallen. Augenblicklich drangen unter dem pnevmatiſchen Apparate aus der zweyten Röhre Waſſerdämpfe, mit Luft vermiſcht, hervor; doch nahm die Luftmenge bey jedem der folgenden Tropfen ab. Bey der Unterſuchung derſelben fand ſich, daß es atmoſphäriſche Luft war, welche durch die Ausdehnung der plötzlich entſtehenden Waſſerdämpfe mit zur Kugel hinausgetrieben wurde. Dieſe bey einer Weißglühehitze während einiger Minuten aufgefangene atmoſphäriſche Luft nahm keinen Cubikzoll ein; von einer Entbindung von Stickgas

zeigte

zeigte sich keine Spur, und es blieb daher wohl keinem Zweifel unterworfen, daß der Wurzer'sche Apparat, der zu schlecht gegen das Eindringen der atmosphärischen Luft verwahrt war, das Stickgas nicht aus dem Wasser entwickelte, sondern aus der Atmosphäre zugeführt enthielt. Dieses beweise auch der Antheil vom kohlensauren Gas, welchen Wurzer fand, und der sich auf keinen Fall aus dem Wasser entbinden konnte, sondern seinen Ursprung dem Sauerstoffe der Atmosphäre verdankte, welche beym Eindringen in die Kugel durch den Kitt, der in der Hitze nur allzuleicht Ritze erhält, mit Kohlenstoff aus dem Ofen sich geschwängert hatte.

Einer noch genauern Untersuchung wurde der Wurzer'sche Versuch von dem Hrn. von Hauch k) unterworfen. Dieser ließ sich den Wurzer'schen Apparat mit einiger Veränderung vom reinsten Silber aus dem Ganzen verfertigen, um das etwanige Eindringen der äußern Luft zwischen den beyden zusammenlutirten Tiegeln zu verhüten. Er wiederholte hiemit den Versuch auf vielfältige und mannigfaltige Art, und fand, daß die Luft, welche er erhielt, atmosphärische Luft war. Die Menge dieser Luft war desto größer, je kälter das in der pnevmatischen Wanne von Luft gereinigte und stets im Kochen erhaltene Wasser war. Hr. von Hauch schloß daraus, daß das erhaltene Gas durch die Hitze aus dem kalten Wasser, welches sich beständig in selbigem befindet, herausgetrieben worden sey.

Daß

k) Gilbert's Annalen der Physik. B. II. S. 369. f.

Daß durch das Wachsthum der Pflanzen die verdorbene Luft wieder verbeſſert werde, hatte zwar Prieſtley, wie oben bereits angeführt worden, zuerſt entdeckt; allein andern Naturforſchern, welche dieſe Verſuche wiederholten, wollte es nicht gelingen, die verdorbene Luft durch dieſes Mittel wieder herzuſtellen, und ſelbſt Prieſtley fand im Jahre 1778. bey Wiederholung dieſer Verſuche das Reſultat derſelben ſehr zweifelhaft. Im Jahre 1779. machte aber endlich Ingenhouß [l]) verſchiedene Verſuche mit Pflanzen bekannt, aus welchen er folgende Reſultate ziehen konnte: 1. die meiſten Pflanzen haben die Kraft, verdorbene Luft in kurzer Zeit zu verbeſſern, wenn ſie dem Sonnenlichte ausgeſetzt werden, im Gegentheil machen ſie die Luft zur Nachtzeit unrein, und wenn ſie im Schatten ſich befinden; 2. geben die Pflanzen aus ihrer eigenen Subſtanz am Sonnenlichte eine reine dephlogiſtiſirte Luft, in der Nacht aber, oder im Schatten, eine ſehr unreine Luft; 3. dieſe Wirkung bringen nicht alle Theile der Pflanzen, ſondern nur die grünen Blätter und Stengel, beſonders durch ihre untere Seite, hervor; 4. fängt die Entwickelung der dephlogiſtiſirten Luft erſt einige Stunden nach der Erſcheinung der Sonne über dem Horizonte an, und höre mit Tagesende auf. Uebrigens betrage aber die ſchädliche Luft aus einer Pflanze zur Nachtzeit kaum $\frac{1}{100}$ von der dephlogiſtiſirten, welche an einem heitern Tage in 2 Stunden aus ihr entwickelt werde. Sennebier

l) Experiments upon vegetables. Lond. 1779. 8. Verſuche mit Pflanzen, wodurch entdeckt worden, daß ſie die Kraft beſitzen, die atmoſphäriſche Luft beym Sonnenſchein zu reinigen, des Nachts aber zu verſchlimmern. Leipzig 1780. 8. Wien. Theil I — III. 1785 — 1790. 8.

nebier m) in Genf suchte dagegen zu behaupten, daß die Pflanzen zur Nachtzeit gar keine Luft gäben, welches aber Ingenhouß n) widerlegt, und die Richtigkeit seiner Behauptung durch hinlängliche Versuche bestätigt hat. Ueberdem hatte Sennebier in mehreren Schriften o) behauptet, und zugleich mit Versuchen unterstützt, daß das Wachsthum der Pflanzen eine Zersetzung der Kohlensäure bewirke, wobey der Kohlenstoff in der Pflanze zurückbleibe, der Sauerstoff aber durch den Einfluß der Wärme als Lebensluft von der Pflanze ausgehaucht werde. Hieraus suchen die Antiphlogistiker zu erklären, wo die große Menge von kohlensaurem Gas bleibe, welches durchs Verbrennen, durchs Athmen der Thiere, durch Gährung u. s. f. erzeugt werde. Ingenhouß's Versuche erwiesen aber, daß die Pflanzen zur Entwickelung des Sauerstoffgas während ihres Wachsthums im Sonnenlichte gar kein kohlensaures Gas, weder im Wasser, noch in der umgebenden Atmosphäre, nöthig haben, und

es

m) Mémoires physico-chymiques sur l'influence de la lumière solaire pour modifier les êtres des trois regnes de la nature, et surtout ceux du regne végétal. à Geneve 1782. T. I — III. 8. Joh. Sennebier physikalisch-chemische Abhandlung über den Einfluß des Sonnenlichts auf alle drey Reiche der Natur. A. d. Franz. Th. I — IV. Leipz. 1785. 8.

n) Einige Bemerkungen über die Oekonomie der Pflanzen; in den vermischten Schriften durch Molitor. Wien 1784. 8. B. I. S. 341. f.

o) Recherches sur l'influence de la lumière solaire pour metamorphoser l'air fixe au air pur par la végétation. à Geneve 1783. 8. Nouvelles experiences sur l'action de la lumière solaire pour la végétation. à Geneve 1788. 8.

es sey mithin die Erzeugung der Lebensluft nicht ausschließend der Kohlensäure zuzuschreiben. Indessen ist doch auch die Thatsache nicht zu bezweifeln, daß die Gewächse wirklich das Vermögen besitzen, welches ihnen Sennebier beygelegt hat, durch die Wirkung des Sonnenlichts das mit dem Wasser oder aus der Luft eingesogene kohlensaure Gas zu zersetzen, und in Lebensluft umzuändern.

Auch Hr. Hassenfratz [p]) hat gegen die Zersetzung der Kohlensäure durch das Wachsthum der Pflanzen erhebliche und durch Versuche unterstützte Einwendungen gemacht. Diejenigen Pflanzen, welche er im kohlengesäuerten Wasser aufgezogen hatte, gaben ihm bey der Zerlegung nicht mehr Kohlenstoff, als die andern. Auch meint er, daß bey einer solchen Operation, welche als der umgekehrte Prozeß des Verbrennens der Kohle im Sauerstoffgas zu betrachten sey, sehr vieler freyer Wärmestoff gebunden, und daher Kälte erzeugt werde; da doch nach mehreren Beobachtungen das Wachsthum eine den Pflanzen eigene Wärme hervorbringen solle. Ja es müsse endlich die Luft unter der Glocke, wie durch das Wachsthum der Pflanze das kohlensaure Gas zersetzt wird, am Volumen zunehmen, und durch den abgeschiedenen Sauerstoff an Heilsamkeit zunehmen, wovon er aber bey seinen länger als einen Monath fortgesetzten Beobachtungen nicht das geringste wahrgenommen hatte. Er glaubt daher, daß keinesweges das kohlensaure Gas, wohl aber das Wasser zersetzt werde.

Senne-

p) Sur la nutration de végéteaux; sec. mémoir. in den Annal. de chemie. T. XIII. p. 318. sq.

Sennebier q) sucht alle diese Einwürfe dadurch zu heben, daß er sagt: es sey die Menge von Kohlenstoff in einer Pflanze viel zu gering, um einen Unterschied darin beym Wachsthume im kohlengesäuerten Wasser und im andern Wasser wahrnehmen zu können; die eigene Wärme der Pflanzen sey noch nicht so ganz ausgemacht, wie er bereits in einer andern Abhandlung gezeigt habe r), und auf die äußere Wärme des Sonnenlichts könne hiebey keine Rücksicht genommen werden; auch habe er wirklich durch langes fortgesetztes Wachsthum der Pflanzen die Luft unter der Glocke merklich verbessert, sogar das Stickgas verbessert, und die brennbare Luft in Knallluft verwandelt gefunden.

Aus diesen Erfahrungen hat man den Ersatz des abgängigen Sauerstoffs in der Atmosphäre herzuleiten gesucht; allein wenn man bedenkt, wie viel Luft von Zeit zu Zeit durch die gewöhnlichen phlogistischen Prozesse zersetzt wird, so scheint die Vegetation allein zum Ersatz eines so großen Verlusts nicht hinreichend zu seyn. Die Antiphlogistiker behaupten, daß die atmosphärische Luft bey der Vegetation durch die Zerlegung des Wassers verbessert werde, welches nach Lavoisier aus Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt ist, indem sich nämlich der Wasserstoff mit der Pflanze verbindet, der Sauerstoff aber frey wird, und

q) Ueber die Wahrscheinlichkeit, daß das kohlensaure Gas durch die Pflanzen bey ihrem Wachsthume zersetzt werde. A. d. Journal de phys. T. XXI. p. 205. sq. übersetzt in Gren's neuem Journal der Physik. B. I. S. 229. f.

r) Les végéteaux ont-ils une chaleur, qui leur soit propre? Journ. de phys. T. XL.

und in Gasgeſtalt in die Atmoſphäre übergeht. Hiernach wäre alſo das Waſſer das vorzüglichſte Mittel, welches durch den Sauerſtoff des zerſetzten Waſſers die Salubrität der verdorbenen Luft wieder herſtellte. Da aber auch die Antiphlogiſtiker zur Erklärung verſchiedener Meteore ſehr ſtarke Zuſammenſetzungen vom Waſſer im Luftkreiſe annehmen, welche eine außerordentliche Menge von Sauerſtoff erfordern, ſo wird es noch ſchwerer, zu begreifen, wie eine ſo große Quantität Sauerſtoff durch eine ſolche geringe Waſſerzerlegung, als die Pflanzen bewirken, erſetzt werden könne.

Sonſt nahm man die Menge der in der Atmoſphäre befindlichen Kohlenſäure ſehr groß an, nämlich 0,06. Girtanner ſchätzt ſie auf 0,01; überhaupt fehlt es aber an ſichern Erfahrungen. Nach zahlreichen Verſuchen des Hrn. von Humboldt iſt die Mittelzahl für die gemäßigte Zone nahe an 0,015. Das Maximum, welches er fand, iſt 0,018, das Minimum 0,005. Hr. de Sauſſüre fand auf dem Gipfel des Montblanc noch Kohlenſäure, welche wahrſcheinlich durch kohlenſtoffhaltige Flechten (lichen ſulphureus), ſo wie weiter unten durch die Chloriterde und Hornblende hervorgebracht wird. In der Luft, welche Garnerin aus einer Höhe von 650 Toiſen mitbrachte, war eben ſo viel Kohlenſäure, wie damals zu Paris. Nach dieſen Erfahrungen ſcheint alſo die Kohlenſäure kein zufälliger, ſondern ein allgemein verbreiteter Zuſtand der Atmoſphäre zu ſeyn. Das Regenwaſſer zeigte ihm keine Spur von Kohlenſäure. Lange wiederholte Vergleichung des Anthracometers mit dem Hygrometer haben zwar gezeigt, daß im Sommer im Ganzen mehr Kohlenſäure in der Atmoſphä-

mosphäre ist, daß aber dieser Unterschied keinesweges in den hygrometrischen Verhältnissen des Luftkreises gegründet ist. Aus diesen Ursachen erhellet auch, daß wir die nächsten Ursachen des zunehmenden und abnehmenden Kohlensäuregehalts noch nicht zu bestimmen im Stande sind.

Aus Versuchen, welche der Hr. von Humboldt über die Beschaffenheit des Luftkreises der gemäßigten Zone mit dem Eudiometer, dem Barometer, Elektrometer, Anthracometer, dem de Saussüre'schen und de Luc'schen Hygrometer, während 6 Monathen täglich mehrere male angestellt hat, sind die wichtigsten Resultate folgende: Wenn beym trüben Wetter die Dünste sich auflösen, die Wolken verschwinden, und des Himmels Gewölbe sich blau färbt, so nimmt meistentheils die Sauerstoffmenge des Luftkreises zu; dagegen nimmt sie meistens ab, wenn am blauen heitern Himmel das Cyanometer von 20° bis 7° übergeht, und wenn Regen- oder Schneewolken sich bilden. Schlackigtes Wetter, besonders Hagel mit Schnee gemischt, kündigt die geringste Sauerstoffmenge an. Beym Nebel mit starker negativer Elektricität, indem die Wasserdünste sich auflösen, ist die Luft sehr reich an Sauerstoff. Das Schmelzen des Schnees, bisweilen das Fallen eines großflockigten, leicht zergehenden Schnees verbessert den Luftkreis. Eine ähnliche Verbesserung wird häufig bey den im Frühjahre gewöhnlich wohlriechenden Strichregen bemerkt, bey welchen die Elektricität häufig aus der positiven in die negative übergeht. Die Verminderung bey der Bildung des Regens leitet von Humboldt aus dem Verschlucken desselben durch das gebildete Wasser her, oder durch die Umhüllung der

Dunst-

Dunstbläschen durch sauerstoffreichere Atmosphären. Das Maximum des Sauerstoffgehalts fand er 0,290, und das Minimum 0,256. Die elektrische Ladung des Luftkreises fand er stets positiv, negativ war sie nur in einzelnen Minuten.

Endlich hat John Dalton *) ganz neue Ansichten über die Beschaffenheit der atmosphärischen Luft aufgestellt. Er bemerkt, daß die neuere Chemie dargethan habe, daß die Atmosphäre aus verschiedenen elastischen Flüssigkeiten bestehe, welche sich durch eigenthümliche Eigenschaften unterscheiden. Da sie aber doch alle in ihrer Elasticität übereinstimmen, indem die Repulsivkraft zwischen den Theilchen in umgekehrten Verhältnissen ihrer Entfernungen von einander stehen; so schienen die neuern Physiker angenommen zu haben, daß dasselbe Gesetz der Repulsion auch zwischen je 2 Theilchen der verschiedenartigen elastischen Flüssigkeiten so gut als zwischen je 2 Theilchen derselben Flüssigkeit gelte. Diese stillschweigende Annahme schien ihm indeß sehr unglücklich, und der Grund mancher Irrung und Ungewißheit zu seyn, in welche die Physiker und Chemiker sich ohne sie nicht würden verstrickt haben.

Ueber das Verhalten je zweyer Theilchen solcher verschiedenartiger Flüssigkeiten gegen einander ließen sich 4 verschiedene Hypothesen aufstellen:

1. Die Theilchen der verschiedenartigen Flüssigkeiten üben gegen einander dieselbe, oder

2. eine größere oder kleinere Repulsivkraft aus, als gegen die gleichartigen Theilchen ihrer Flüssigkeit, oder

3.

*) *Nicholson* Journal of natural philosophy. T. V. p. 241.

3. sie stoßen sich gar nicht zurück, sind also in Beziehung auf einander ganz unelastisch, und daher auch in ihren gegenseitigen Wirkungen auf einander den Gesetzen nicht elastischer Körper unterworfen, oder

4. die Theilchen der einen Flüssigkeit haben zu den Theilchen der andern chemische Verwandtschaft, und ziehen sich daher an.

Nach der ersten Hypothese müßten, wenn man von zwey elastischen Flüssigkeiten A und B, die ein gleiches specifisches Gewicht haben, von der ersten m, von der andern n Maaß im pneumatischen Apparate, bey dem gewöhnlichen Luftdrucke von 30 engl. Zollen Queckſilberhöhe, mit einander mischt, beyde ein Volumen von m + n Maaß einnehmen, und immerfort in demselben Zustande bleiben, worin sie sich befanden, als sie in den Apparat kamen. Wäre dagegen A specifisch leichter als B, so müßte A den obern, B den untern Theil des Apparats einnehmen, ihr Volumen aber unverändert dasselbe bleiben. In beyden Fällen litten alle Theilchen der vermischten Flüssigkeiten einen gleichen Druck, nämlich von 30 englischen Zollen Queckſilberhöhe.

Wenn, der zweyten Hypothese gemäß, die Theilchen der Flüssigkeiten A und B sich gegenseitig stärker oder schwächer, als die gleichartigen Theilchen derselben Flüssigkeit, zurückstießen: so würden zwar noch immer m Maaß von A, und n Maaß von B, einen Raum von m + n Maaß einnehmen, und jedes Theilchen beyder würde dabey einerley Druck, nämlich von 30 engl. Zollen Queckſilberhöhe, leiden; aber beyde Flüssigkeiten ließen sich nicht mit einander vermischen, wofern nicht die Repulsivkräfte, welche ihre Theilchen gegen

einander ausüben, sich wie die Cubikwurzeln des specifischen Gewichts dieser Theilchen verhalten; oder, welches auf dasselbe hinausläuft, wofern nicht beyde Flüssigkeiten von einerley specifischem Gewichte sind.

Wenn, nach der dritten Hypothese, die Theilchen beyder Flüssigkeiten weder eine Repulsion, noch eine Anziehung auf einander äußerten; so würden wiederum m Maaß von A, und n Maaß von B, den Raum von m + n Maaß einnehmen. Dabey würden aber beyde Flüssigkeiten, wie auch ihr specifisches Gewicht beschaffen wäre, in sehr kurzer Zeit, wo nicht augenblicklich, aufs gleichförmigste durch einander verbreitet und aufs innigste gemischt seyn, so daß jede einzeln genommen in dieser Mischung durchaus von gleichförmiger Dichtigkeit wäre. Und zwar, setzt man die Dichtigkeit der gemischten Flüssigkeit = 1, müßte die Dichtigkeit der Flüssigkeit A $= \frac{m}{m+n}$, und die der Flüssigkeit B $= \frac{n}{m+n}$ seyn. Denn wenn die Theilchen lediglich von den gleichartigen Theilchen derselben Flüssigkeit zurückgestoßen werden, so müssen sie sich durch ein dünnes Mittel gerade so verbreiten, als im leeren Raume, da jedes Partikelchen von dem benachbarten gleichartigen möglichst weit zurückgetrieben wird; höchstens würde das Verbreiten der Flüssigkeiten durch einander etwas retardirt. Der Druck auf jedes Theilchen ist in diesem Falle nicht, wie zuvor, der Dichtigkeit der gemischten Flüssigkeit, sondern der Dichtigkeit der Theilchen ihrer eigenen Art proportional, und beträgt mithin auf 1 Theilchen der Flüssigkeit A nur $\frac{m}{m+n}$ 30 engl. Zolle Queckſilberhöhe,

und

und auf jedes Theilchen der Flüssigkeit B nur $\frac{n}{m+n}$ 30 engl. Zoll Queckſilberhöhe. Denn dieſe Preſſungen entſtehen lediglich durch die Theilchen ihrer eigenen Art.

Kommen, der vierten Hypotheſe gemäß, zwey elaſtiſche Flüſſigkeiten A und B zuſammen, deren ungleichartige Theilchen, ſtatt ſich abzuſtoßen, ſich gegenſeitig anziehen, ſo coaleſciren je zwey oder mehrere Theilchen mit einander, und es entſteht eine gemiſchte Flüſſigkeit von eigenthümlichen Eigenſchaften. Bleibt ſie ein elaſtiſches Fluidum von derſelben Temperatur, ſo werden m Maaß von A, und n Maaß von B, einen kleinern Raum, als den von m + n Maaß, einnehmen, und die gemiſchte Flüſſigkeit wird ſpecifiſch ſchwerer ſeyn, als beyde einzeln; dieſes iſt wenigſtens das Wahrſcheinlichſte.

Nun kommt es darauf an, welche von dieſen Hypotheſen ausgemachte Thatſachen in der Natur am beſten erklärt.

Werden zwey Gasarten von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte, z. B. Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas, in daſſelbe Gefäß geſperrt, ſo finden ſie ſich immer beyde durch die ganze Capacität des Gefäßes gleichförmig verbreitet, gegen die Geſetze der Hydroſtatik. Was die elaſtiſchen Dämpfe von Flüſſigkeiten betrifft, ſo kann Waſſerdampf, bey einer Temperatur unter 212° Fahrenh., wahrſcheinlich keinen Druck ertragen, der dem der Atmoſphäre gleich iſt; Alkoholdampf erfordert eine Höhe von 175° Fahrenh., und Aetherdampf eine Wärme von 100 bis 105° Fahrenh., um durch den Druck von 30 engl. Zoll Queckſilberhöhe

höhe überhaupt nur gebildet zu werden, und doch ſehen wir täglich die Flüſſigkeiten, aus denen ſie entſtehen, in viel niedrigern Temperaturen verdunſten.

Die erſte dieſer Thatſachen läßt ſich weder mit der erſten, noch mit der zweyten Hypotheſe vereinigen; und um dieſe Hypotheſe mit der zweyten Thatſache zu vereinigen, muß man ſeine Zuflucht zu einer neuen Hypotheſe nehmen, daß nämlich die Gasarten, welche die Atmoſphäre ausmachen, als ein allgemeines Auflöſungsmittel wirken, und alle Flüſſigkeiten, ohne Ausnahme, mehr oder minder auflöſen; eine Annahme, welche indeß nicht ohne Schwierigkeit iſt; denn das ſpecifiſche Gewicht der Gasarten wird durch dieſen Prozeß vermindert, ſtatt vermehrt zu werden, und die aufgelößte Flüſſigkeit verſchluckt Wärme, gerade ſo, als würde ſie in eine beſondere elaſtiſche Flüſſigkeit verwandelt.

Nimmt man dagegen die dritte Hypotheſe an, ſo fällt alle Schwierigkeit bey der Erklärung beyder Thatſachen, und jeder andern, weg, und ſie ſind vollkommen unverſtändlich. Daß Gasarten von noch ſo verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte ſich innig miſchen, und durch den ganzen Raum verbreiten müſſen, iſt eine nothwendige Folge aus dieſer Hypotheſe. Dämpfe von Waſſer und jeder andern Flüſſigkeit, die ſich nicht chemiſch mit dem Stickgas oder dem Sauerſtoffgas, oder einer andern Gasart der Atmoſphäre, verbinden, können, dieſer Hypotheſe gemäß, bey jeder Temperatur der Atmoſphäre in ihr aus lauter verſchiedenen Flüſſigkeiten, und ganz unabhängig von dem Drucke derſelben auf die Oberfläche der Erde, beſtehen, da jeder andere Druck, als der, der aus der Schwere ihrer eigenen Theilchen entſteht, auf ſie nicht den mindeſten

Einfluß

Einfluß hat, und jeder Dampf in Rücksicht des Drucks sich unter denselben Umständen befindet, als wäre er die einzige elastische Flüssigkeit, welche die Atmosphäre bildet.

Nach Dalton scheint die Atmosphäre im Ganzen ein Zusammengesetztes hauptsächlich aus 4 Flüssigkeiten oder aus 4 besondern Atmosphären zu seyn: von Stickgas, welches an der Oberfläche der Erde im Mittel einen Druck von 21,2 engl. Zoll Quecksilberhöhe ausübt; von Sauerstoffgas, dessen Druck im Mittel 7,8 engl. Zoll Quecksilberhöhe ausmacht; von Wasserdampf, dessen Druck an der Erdfläche von 1 Zoll bis 0,1 Zoll Quecksilberhöhe und weniger nach Verschiedenheit des Klima's und der Jahrszeit variirt; und von kohlensaurem Gas, dessen Druck an der Erdoberfläche $\frac{1}{2}$ Zoll Quecksilberhöhe betragen mag. Alle diese Gasarten und der Dampf drucken einzeln, und sind in dem Drucke, den sie auf der Oberfläche der Erde ausüben, von einander unabhängig. Eine dieser elastischen Flüssigkeiten kann wegfallen, oder die Anzahl derselben kann vermehrt werden, ohne daß dieses auf die andere wesentlich Einfluß hätte, oder die Dichtigkeit derselben im mindesten veränderte.

Die von Dalton vorgetragene Hypothese fordert unumgänglich, daß die Kraft der Dämpfe irgend einer Flüssigkeit lediglich von der Temperatur abhange, und daher in allen Gasarten dieselbe, als in einem luftleeren Recipienten sey. Daß dieß wirklich der Fall sey, hat er durch Versuche mit verschiedenen Flüssigkeiten dargethan.

Was das hepatische Gas betrifft, welches Bergmann zuerst entdeckte, so haben die Chemiker

über die Natur desselben verschiedene Meynungen gehabt. Selbst die Antiphlogistiker sind in der Erklärung und Entstehung dieses Gas nicht ganz einig. Fourcroy und verschiedene Holländische Chemiker *t*) sind der Meynung, daß die Schwefelleber das Wasser schon an sich durch die größere Verwandtschaft des Schwefels mit dem Sauerstoffe zersetze; daher verbinde sich ein Theil des Schwefels mit dem Sauerstoffe des Wassers zur Schwefelsäure, welche mit der alkalischen Substanz der Schwefelleber zum schwefelsauren Neutral- oder Mittelsalz zusammentrete; der frey werdende Wärmestoff verbinde sich mit einem Theile des Schwefels, und bilde die Grundlage des hepatischen Gas. Diese Grundlage werde aber von dem frey gewordenen Theile des Alkali fest zurückgehalten, und entlasse sie erst beym Zusatz einer Säure, wo sie nun durch die Einwirkung des Wärmestoffs gasförmig werde. Hiernach entsteht also das hepatische Gas aus der Zersetzung des Wassers, und die Säure ist bloß dazu erforderlich, um die Grundlage desselben vom Alkali los zu machen. Auch erfolgt die Zersetzung des Wassers nur so lange, bis die alkalische Substanz mit der erzeugten Grundlage des hepatischen Gas gesättigt ist. Bringt man aber hepatisches Gas und Sauerstoff zusammen, so verbindet sich der Wasserstoff des erstern mit dem Sauerstoff des andern, und es entsteht wieder Wasser, der Schwefel des hepatischen Gas wird abgeschieden, dieß wird also zersetzt, und eben so auch das Sauerstoffgas.

Andere

t) Elem. de chimie. 4. edit. T. II. S. 355. Mémoir. sur la nature des sulfures alcalins, par MM. *Deiman*, *Paets van Troostwyk*, *Nieuwland* et *Bondt*; im Journ. de phys. Juin. 1792. S. 409. und Annal. de chimie. T. XIV. p. 311.

Andere hingegen behaupten u), daß die Schwefelleber das Wasser nicht für sich zersetze, sondern erst in Verbindung mit einer Säure, deren Wärmestoff mit dem Wärmestoffe des Wassers zusammentrete, welches mit einem Theile Schwefel das hepatische Gas bilde; ein anderer Theil des Schwefels aber werde durch die Aufnahme des Sauerstoffs vom Wasser zur Schwefelsäure.

Nach Gren's x) Theorie ist die Basis des hepatischen Gas brennbarhaltiger Wasserstoff und Schwefel. Durch die Verbindung des Schwefels mit Alkalien und alkalinischen Erden erhält nämlich derselbe das Vermögen, das Wasser durch Anziehung des Sauerstoffs zu zersetzen, was er für sich allein nicht vermag. So wie also Schwefelalkali mit dem Wasser in Berührung kommt, so entzieht es ihm Sauerstoff, welcher mit einem Theile des Schwefels zur Schwefelsäure wird, die mit der alkalischen Substanz in Verbindung geht, während der Brennstoff dieses zur Schwefelsäure werdenden Schwefels an den Wärmestoff tritt. Dieser frey werdende Wärmestoff des Wassers nimmt einen Theil Schwefel auf, und bildet damit die Basis des hepatischen Gas, die aber von dem frey gewordenen Theile des Alkali zurückgehalten, und erst beym Zusatze und durch Hülfe der Wärme daraus frey wird, und als Gas entweicht. Wenn auf das trockene Schwefelalkali eine verdünnte Säure gegossen wird, so ist es nur das Wasser der Säure, welches das hepatische Gas bilden hilft, und die

u) Annales de chimie. T. XIV. p. 311.

x) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. §. 986.

die Säure trage weiter nichts bey, als daß sie die Luft an den Gas vom Zink, wovon sie aufgelöst wird, entbinde. Die Zerlegung des schwefelsäuren Laugsalzes durch Sauerkleesalz hat sich daraus erklären, daß der Weinstein und Sauerklee sich beyde anziehen, und Wasser binden, wobey der Schwefel niedergeschlagen wird. Eben dieß ist der Grund, warum das Wasser, welches schwefelsäuren Weinstein auflöste, auch, wie der ersten Auflösung Schwefel fallen läßt.

In Ansehung der Natur des Salpetergas bauet man allgemein die Meynung, daß es aus Salpeter-Säure und Phlogiston, und nach Einigen auch aus Wasser zusammengesetzt sey. Allein da man gefunden hatte, daß das reine Sauerkleesalz beym Verbrennen des Phosphors zwar verpuffe, wo, so schlug man auch, daß reines Salpeterzeug mit reiner Sauerkleesalz, im gehörigen Verhältnisse mit einander vermischt, das Laugsalzsalmen ebenfalls ganz zerstöre; daß mithin das Salpetergas unmöglich Phlogiston enthalten könne, weil sonst allemal bey der Vermischung desselben mit dephlogistisirter Luft phlogistisirter Luft zurückbleiben müßte.

Nach dem antiphlogistischen Systeme hat das Salpetergas mit der Salpetersäure einerley Grundlage, nämlich Stickstoff und Sauerstoff. Der Stickstoff ist fähig, mit dem Sauerstoff Verbindungen in verschiedenen Graden einzugehen; woher auch verschiedene Produkte entstehen. Die geringste Verbindung des Stickstoffs mit dem Sauerstoffe gibt Salpeterluft, die mittler gesättigte die unvollkommene Salpetersäure; die am hoch gesättigte Grad des Oxydirung macht die Grundlage des Salpeterzeugs, und

und der geringste die Basis der dephlogistisirten Salpeterluft.

Hiernach erklärt man die Entstehung des Salpetergas aus der Auflösung des Metalls in Salpetersäure, und die Verminderung des Volumens der Mischung des Salpetergas mit respirabler Luft auf folgende Art: Das Metall zersetzt bey der Auflösung in Salpetersäure einen Theil von letzterer, entzieht ihr Sauerstoff, und bildet sich mit dem durch die Auflösung erzeugten Wärmestoffe zum Salpetergas, das nun nicht mehr als Säure wirkt, und andere Eigenschaften zeigt. Bey Berührung des Salpetergas mit respirabler Luft verbinden sich die Grundlagen beyder Luftarten mit einander und bilden unter Entlassung ihres gebundenen Wärmestoffs wieder Salpetersäure.

Nach Gren y) wird der Salpetersäure durch die Zersetzung eines Antheils derselben von dem Metall bey der Auflösung Sauerstoff entzogen, dagegen tritt das Metall Brennstoff ab, und bringt dadurch die Salpetersäure in einen veränderten Zustand, wobey sie in der Temperatur unserer Atmosphäre luftförmig erscheint, und die übrigen Erscheinungen zeigt. Hiernach enthält die Basis des Salpetergas außer Brennstoff das Radikal der Salpetersäure; indessen enthalte sie dasselbe noch nicht rein, sondern selbst in Verbindung mit einem Antheile Sauerstoff, welcher aber nicht hinreichend sey, das Radikal in den Zustand einer Säure zu bringen. Daher werde der Salpetersäure durch das Metall nicht aller, sondern nur der größte Theil des Sauerstoffs entzogen, und die Basis des

y) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 1014.

des Salpetergas bestehe demnach aus Brennstof dem Radikal der Salpetersäure und etwas Sauerstof

Millner z) hat einen für die Antiphlogistike günstigen Versuch mit Salpetergas angestellt, wor aus sie mit Gewißheit zu folgern glauben, daß de Stickstoff einen Bestandtheil des Salpetergas aus mache. Er ließ nämlich Salpetergas durch einen glühenden Flintenlauf streichen, wodurch sich alsdann das Gas ganz in Stickluft verwandelte. Nach der Meynung der Antiphlogistiker verbindet sich hiebey der Sauerstoff des Salpetergas mit dem Eisen, das dadurch verkalkt wird; der frey gemachte Stickstoff aber bildet mit Wärmestoff das Stickgas.

Dem Hrn. van Marum a) ist es gelungen, eine Zerlegung des Salpetergas durch den elektrischen Funken zu bewirken, welches er in einer Röhre über ätzender alkalischer Lauge eingeschlossen hatte. Bey fortgesetztem Elektrisiren wurde von der Lauge etwa $\frac{3}{4}$ vom Salpetergas verschluckt. Nachdem er nun ein Papier in die Lauge eintauchte, und es alsdann verbrannte, so gab es durch Knistern zu erkennen, daß sich eine beträchtliche Menge Salpetersäure in dasselbe begeben hatte. Durch Beymischung der atmosphärischen Luft mit der rückständigen Luft ging bey der Prüfung keine Verminderung des Volumens vor sich, sondern die rückständige Luft zeigte sich vielmehr durch alle Proben als Stickgas. Nachher zeigte sich auch, daß die bloße

z) Philosoph. Transact. Vol. LXXIX. 1789. p. 300. übersetzt in Gren's Journal der Physik. B. III. S. 83. u. f.

a) Prem. continuation des experiences faites par le moyen de la machine Teylerienne. Haarlem 1787. 4.

bloße Lauge ohne Funken eben dieselbe Verwandlung, wiewohl viel langsamer, bewirke. Hr. van Marum scheint geneigt, hieraus gegen das neue System zu schließen, daß das Salpetergas eine bloße Mischung aus Salpetersäure und Stickgas sey, weil der elektrische Funke bloß mechanisch wirke, und es in diese Bestandtheile zerlege. Allein dieser Versuch kann auch nach dem antiphlogistischen Systeme erklärt werden. Im Salpetergas sind nämlich ungefähr 2 Theile Sauerstoff und 1 Theil Stickstoff. Diese 2 Theile Sauerstoff können nur $\frac{1}{2}$ Theil Stickstoff bis zur vollkommenen Salpetersäure sättigen und mit der Lauge verbinden; der übrige halbe Theil Stickluft bleibt also ohne Sauerstoff mit bloßem Wärmestoffe vereinigt, mithin als Stickgas zurück.

Verschiedene merkwürdige Versuche über das Salpetergas und seine Verbindungen mit dem Sauerstoffe hat Herr von Humboldt angestellt. Es sey nämlich z die Summe des in Fontana's Eudiometer zersetzten Sauerstoffgas und Salpetergas gleich; nennt man daher das vernichtete Salpetergas $= x$, und das absorbirte Sauerstoffgas $= y$, so ist $z = x + y$. Es sey nun m das Volumen des zur Sättigung eines Theils Salpetergas nöthigen Sauerstoffgas: so verhält sich $x : y = m : 1$, folglich $x + y : y = m + 1 : 1$, und es wird $y = \frac{z}{1 + m}$, oder $m = \frac{z}{y} - 1$. Alles kommt hier auf die Bestimmung von m an, und dieß ist bisher von den Physikern äußerst verschieden angegeben worden. Von Lavoisier zwischen 1,725 und 1,830, von Priestley zu 1,970, von Andern bis 4,1.

Herr von Humboldt nahm aber diese Arbeit noch einmal vor, und fing damit an, die Güte des Salpetergas durch schwefelsaures Eisen und oxygenirt salzsaures Gas zu prüfen. In einer gemeinschaftlich mit Vauquelin unternommenen Arbeit zeigte sich, daß die schwefelsaure Eisenauflösung nach dem Absorbiren aus salpetersaurem Eisen und schwefelsaurem Ammoniak bestehe, weßwegen sie hier eine Zersetzung des Wassers annahmen. Hr. von Humboldt bemerkte, daß der Phosphor in manchen Sorten Salpetergas leuchte; er zieht hieraus den Schluß, daß sie Sauerstoff eingemengt enthielten, welches nicht Zeit habe, sich mit dem Salpetergas zu verbinden. Herr von Arnim aber glaubt, daß sich dieß einfacher, nicht den Verwandtschaftsgesetzen widersprechend, auf eine ähnliche Art, wie Fourcroy die von Göttling gemachten Beobachtungen, erkläre. Es könne sich hier das in dem Salpetergas enthaltene Stickgas mit dem Phosphor verbinden, durch diese doppelte Wahlverwandtschaft des Salpeters zersetzt, und oxydirtes Stickgas und Stickstoff-Phosphor-Halbsäure erzeugt werden. Hr. von Humboldt nahm keine Raumverminderung bey diesem Leuchten wahr, welches sich sehr gut damit vereinigt, daß eine Stickstoff-Phosphor-Halbsäure nach seinen eigenen Beobachtungen sich gasförmig darstellt. Ob Wasserstoffgas den Salpetergas beygemengt sey, läßt sich nicht gut ausmachen. Das Salpetergas läßt sich sehr gut von gleicher Güte erhalten, wenn man die Salpetersäure von gleichem specifischen Gewichte, nämlich zu 17 oder 21° des Baumeschen Aräometers wählt; das Salpetergas enthält dann gewöhnlich 0,13 bis 0,14 Stickstoff. Aus den Versuchen, welche von Humboldt mit Sauerstoffgas anstellte, erhielt er, nach nöthiger Reduktion, m = 2,82,

2,82, welches gar sehr von dem gewöhnlichen 1,72 abweicht. Er vermißte indessen hier oft die schöne Uebereinstimmung, an die er sonst bey der atmosphärischen Luft gewöhnt war; er sahe auch, daß künstliche Luftgemische mit gleichem Antheile Sauerstoff sich ganz anders verhielten, wie die atmosphärische Luft. Dieß veranlaßte ihn, eine zweyte Versuchsreihe mit atmosphärischer Luft zu machen, wobey m zwischen 2,5 und 2,6 schwankte. Daraus folgt, daß 2,55 Salpetergas dazu gehören, um 1,00 Sauerstoffgas zu absorbiren. Nach diesem Werthe von m und nach der Formel $y = \frac{z}{m+1}$ ist die folgende Tabelle berechnet:

Absorbirtes Volumen = z	Sauerstoff = y	Rückstand
109°	0,307	91
108	0,304	92
107	0,301	93
106	0,298	94
105	0,295	95
104	0,293	96
103	0,290	97
102	0,287	98
101	0,284	99
100	0,281	100
99	0,278	101
98	0,276	102
97	0,274	103
96	0,270	104
95	0,267	105
94	0,264	106
93	0,261	107
92	0,259	108

Absolutes Volumen = v	Quantität = q	q : v = Stand
91	0,216	109
90	0,213	110
89	0,210	111
88	0,247	112
87	0,241	113
86	0,243	114
85	0,239	115
84	0,236	116

Priestley's dephlogistisirtes Salpetergas, das noch so salpetrigsäure blieb, wurde von den Holländischen Chemikern einer nähern Prüfung unterworfen, und sie bestrachteten es als gesäuertes salpetrichtes Gas (acide nitreux gazeux d'azote) a). Grün nennt es sauerstoffhaltiges Stickgas (gaz azotoxigene). Die Holländischen Chemiker bestimmen diesem Gas folgende Eigenschaften wahrgenommen: eine Kerze brennt in selbigem mit verstärkter und lebhafter Flamme; ein glimmender Docht wird darin wieder von selbst zur flammenden Entzündung gebracht; ein Umfang erleidet der durch Vermischung mit respirabler Luft oder Salpetergas keine Verminderung, und bringt keine rothen weißen Dämpfe zuwege. Vom Wasser wird es verschluckt, und brennt, mit etwas brennbarem Gas vermischt, mit Explosion ab; brennender Phosphor, Schwefel und Kohle verlöschen, und Thiere ersticken darin.

Dieß

a) Ueber die Natur der von Priestley so genannten dephlogistisirten Salpeterluft, oder der gesäuerungen salpetrichten Luftarten von J. R. Deiman, Paets van Troostwyk, P. Nieuwland, A. Bondt und A. Laurenburgh; aus dem Journal de phys. T. XXIII. p. 321. 6. übers. in Grens neuem Journal der Physik. B. I. S. 243. f.

Dieß Gas läßt sich auch durch Auflösungen gewinnen. So gibt die Auflösung des Eisens in einer Mischung von Schwefelsäure und Salpetersäure, beyde mit Wasser verdünnt, zuerst brennbares Gas, nachher azotische Halbsäure und zuletzt gemeines Salpetergas. Ferner gibt die Auflösung des Zinks in der mit vielem Wasser verdünnten Salpetersäure vom Anfange der Operation an, und noch ehe die Auflösung braun wird, sehr reine azotische Halbsäure. Auch gewinnt man es in großer Menge durch Erhitzung des salpetersauren Ammoniaks.

Nach der Berechnung finden sich in 100 Theilen azotischer Halbsäure 37 Theile Sauerstoff und 63 Theile Stickstoff. Daraus läßt sich erklären, wie dieß Gas aus dem Salpetergas entstehen kann. Es wird nämlich der Basis des Salpetergas noch Sauerstoff entzogen, jedoch aber nicht aller, welchen sie enthält, und nach Gren dagegen noch mehr Brennstoff mitgetheilt. Dadurch bildet nun das Radikal der Salpetersäure, mit noch weniger Sauerstoff verbunden, die Basis einer andern vom Salpetergas verschiedenen Gasart.

Die Auflösungen von Eisen, Zinn und Zink in concentrirter Salpetersäure geben bloß Salpetergas. Wenn aber hiezu Wasser kommt, so säuren sich die Metalle bloß auf Kosten des Wassers, es entsteht brennbares Gas und Salpetergas; ersteres zieht den Sauerstoff des letztern an, und verwandelt dieses in azotische Halbsäure. Das salpetersaure Ammoniak enthält Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff; durch die Erhitzung aber werden die Verwandtschaften geändert; ein Theil Sauerstoff verbindet sich mit Wasserstoff zu Wasser, und es bleibt daher weniger Sauer-

stoff

ſtoff mit mehr Stickſtoff verbunden, als azotiſche Halbſäure.

Obgleich ſonſt der Stickſtoff den enthaltenen Sauerſtoff an verbrennliche Körper ſehr leicht abtritt, ſo hält er doch denjenigen Antheil vom Sauerſtoff, womit er die azotiſche Halbſäure bildet, ſo feſt, daß er weder vom Phosphor, Kohle und Schwefel, noch durch Schwefelleber und durch ſalzſaures Zinn angezogen werden kann. Daher erklärt es ſich, daß weder Phosphor, noch Kohle, noch Schwefel in dieſem Gas fortbrennen können. Unter allen verbrennlichen Körpern iſt aber der Waſſerſtoff der einzige, welcher dieſen Antheil Sauerſtoff vom Stickſtoffe zu trennen, mithin die azotiſche Halbſäure zu ſetzen vermag. Deßwegen brennen die Kerzen in dieſem Gas, in ſo fern ſie Waſſerſtoff enthalten, und dieß iſt der Grund der verſtärkten Flamme der Lichtkerzen.

Sollen aber Thiere in einer Gasart athmen, ſo muß ihr Kohlenſtoff Sauerſtoff darin finden, mit welchem er ſich vereinigen kann. Weil nun der Sauerſtoff der azotiſchen Halbſäure eine größere Verwandtſchaft mit der Baſis hat, als mit dem Kohlenſtoff, ſo ſterben auch die Thiere darin.

Demnach iſt das Radikal der Salpeterſäure mehrerer Grade der Säurung fähig. Der erſte oder niedrigſte Grad iſt die Baſis der azotiſchen Halbſäure, der zweyte die Baſis des Salpetergas, der dritte die ſalpetrige Säure, und der vierte und letzte die Salpeterſäure.

Endlich entdeckte aber auch Davy e) im Jahre 1799, daß dieſes Gas athmenbar ſey. Die Art, dieſes

e) *Nicholſon's* journal of natural philoſ. Vol. III. p. 515.

ses Gas zuzubereiten, um es zum Einathmen tauglich zu machen, ist diese: es wird vollkommen neutralisirtes und möglichst trockenes salpetersaures Ammoniak einer Hitze ausgesetzt, die nicht unter 310°, und nicht über 400° Fahrenh. betragen muß. In dieser Temperatur zersetzt es sich in Wasser und in oxydirtes Stickgas, welches Davy lieber nitreuses Oxyd nennen möchte. Das Gas muß man durch Wasser gehen, und wenigstens 1½ Stunde damit in Berührung lassen, ehe man es einzuathmen versucht. Eine hinlängliche Probe der Reinheit ist, wenn Schwefel darin mit einer lebhaft rosenrothen Flamme brennt. Bey den Versuchen muß es mit demselben Wasser gesperrt werden, durch welches man es hat durchgehen lassen. Ein Pfund trockenes salpetersaures Ammoniak gibt bey gehöriger Zersetzung über 4 Cubikfuß Luft.

Eine andere Methode, wie Davy dieß oxydirte Gas ebenfalls in großer Reinheit erhalten hat, ist, wenn er Salpetergas der Einwirkung von trockenem schwefelsauren Kali aussetzte. Ein Theil Salpetergas gab, auf diese Art zersetzt, beynahe 0,5 oxydirtes Stickgas. Bey dem Auflösen der Metalle in Salpetersäure erhält man dieses Gas nie hinlänglich rein zum Einathmen, und die Zersetzung des Salpetergas durch Schwefelleber, durch angefeuchtetes Eisen, u. s. w. geht zu langsam vor sich, als daß man sie vortheilhaft gebrauchen könnte.

Im Jahre 1785. machte Hr. Gengembre d) eine Luftart bekannt, welche er bey der Auflösung des Urinphosphors in ätzenden feuerbeständigen Laugensalzen, auch sogar, wiewohl nur wenig, in Kalkmilch erhielt,

d) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. 1785. 8.

erhielt, wenn er diese Auflösung bey gelindem Feuer destillirte, und das Uebergehende über Quecksilber auffing. Er nannte dieses Gas phosphorisirtes Gas, Phosphorluft, welches nachher auch die Meynung phosphorirten Wasserstoffgas, zum flüchtigen Phosphorgas erhalten hat. Dieß Gas riecht wie faule Fische, und unterscheidet sich von allen übrigen brennbaren Gasarten dadurch, daß es sich beym Zutritt zu gemeiner oder reiner Luft mit einer Explosion und hellspielenden Lichte von selbst anzündet. Alsdann riecht es wie brennender Phosphor, und macht das Wasser, über welchem es aufgefangen worden, auch der übrige Theil brennt, wenn er einen zündet wird. Sein spezifisches Gewicht verhält sich zu dem der gemeinen Luft wie 21:10. Lavoisier hat sich nachher von den Antiphlogistikern näher unterrichtet worden. Hr. Raymond *) hat eine leichtere Vorrichtung beschrieben angegeben. Man thue nämlich 3 Unzen gestoßen an das Luft zerfallenen gebrannten Kalk, 2 Unzen von kleine Stücke zerschnittenen Phosphor, und 2 Unze Wasser in eine kleine kubene Retorte, schüttele es unter einander, kitte in den Hals der Retorte eine gekrümmte gläserne Röhre, welche Schalen 1½ Linien im lichten hat, und verbinde das Ende unter einem mit Wasser gefüllten Gefäße des pneumatischen Apparats hat. Man erhitzt nun die Retorte allmählich im Sandbade; so wie sie anfängt, heiß zu werden, entwickelt sich auch Phosphorluft, und zündet sich von selbst an, wenn sie aus der Röhre

*) Ueber eine leichtere Vorrichtung der Phosphorluft, aus den Annalen der Chymie. T. X. 1791. S. 5-10. Steht in Crell's Journal der Physik. B. VI. S. 137.

sorgfältig vor der Entzündung zu hüten, welche im Anfange der Destillation durch die in den Gefäßen eingeschlossene atmosphärische Luft statt finden, und unangenehme Folgen veranlassen kann.

Wenn dieß Gas eine Zeitlang in den Gefäßen steht, so setzt es den Phosphor, welcher sich darin in einem Zustande einer feinen Zertheilung befindet, an die Wände der Gefäße ab, verliert seine Entzündlichkeit, und verwandelt sich in gewöhnliches brennbares Gas. Diese Wirkung hat aber nur mit der Zeit statt, und man hat sich zu hüten, es nicht zu frühzeitig mit reiner Luft zu vermischen. Hr. Raymond erzählt, daß es nach 24 Stunden, und als die ersten durch das Wasser gelassenen Blasen bey ihrem Zerplatzen auf der Oberfläche kein Zeichen der Selbstentzündung mehr von sich gaben, dennoch, mit Lebensluft vermischt, verbrannte, das Gefäß zerschlug, und ihn der Gefahr einer Verwundung aussetzte.

Nach dem antiphlogistischen Systeme ist die Basis dieser Gasart Wasserstoff und Phosphor.

Nach Girtanner's Erzählung hatte Pelletier zu Paris unter einer Glocke über Wasser gephosphortes Wasserstoffgas zu gleichen Theilen mit atmosphärischer Luft, mit Sauerstoffgas, imgleichen mit nitrösem Gas vermischt, ohne eine Entzündung zu bewirken. Nur während der Mischung mit dem letztern zeigte sich eine weiße Wolke. Als er aber zu der Mischung mit Sauerstoffgas noch eben so viel nitröses Gas bringen wollte, so zersprang in diesem Augenblicke die Glocke mit einem heftigen Knalle; einige Glasstücke wurden auf eine Entfernung von mehr als 25 Fuß weggeschleudert, und Pelletier kam in Gefahr,

ſchr, feine Augen zu verlieren. Dieſe Erſcheinung wird nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme ſo erklärt: Der Sauerſtoff vereinigt ſich mit dem Stickſtoffe und Waſſerſtoffe, es entſtand Salpeterſäure und Waſſer, und aus den beyden Gasarten entwickelt ſich zugleich eine große Menge Wärmeſtoff, welcher durch ſeine Elaſticität die Glocke zerſprengt.

Die Antiphlogiſtiker erklären aus der Entbindung dieſes Gas auch die Phänomene phoriſcher und vegetabiliſcher Körper die Irrlichter, Irrwiſche und andere leuchtende Meteore.

In den neueſten Zeiten hat man noch ein Gas entdeckt, das den Namen kohlenſaures, gasförmiges Kohlenſtoffoxyd erhalten hat. Prieſtley's fernere Einwürfe gegen das antiphlogiſtiſche Syſtem gaben die nächſte Veranlaſſung zur Entdeckung deſſelben. Einer ſeiner Haupteinwürfe gegen dieſes Syſtem war der, daß der Kammerſchlag, mit ſorgfältig getrocknen reinen Kohlen verſucht, in der Glühhitze brennbare und ſo gröbere Luftarten entwickelte, ſtatt daß ſich, nach Lavoiſier's Syſteme, bloß kohlenſaures Gas dabey hätten ſollen. Dieſe Erfahrung iſt auch von Den Saupturg mit den Gründen der neuern Chymie nicht vereinbar, hingegen nach dem phlogiſtiſchen Syſteme leicht daraus begreiflich, daß der Kammerſchlag Waſſer ſtatt alle Beſtandtheil enthält. Denn indem ſich das Phlogiſton der Kohle mit dem Kammerſchlage verbindet und ſich ſolcher verkalket, tritt das Waſſer mit der Kohle zu brennbarer Luft zuſammen; wie das der Verſuch mit Waſſerdämpfen, welche man über rothe glühende Kohlen vorbeyſtreichen läßt, beweiſet.

Adet f) suchte Priestley's Behauptung zu wi
erlegen, und bemerkte, es sey bekannt, daß Kohlen
en Wasserstoff hartnäckig zurückbehalten; es sey viel
icht unmöglich, ihn auf andere Art gänzlich zu schei
n, als wenn man ihn nöthigt, eine neue Verbin
ung einzugehen; daher könne man sich nicht verwun
ern, daß Kohlen mit Hammerschlag behandelt eine
ewisse Menge brennbares Gas mit dem kohlensauren
Gas entwickelten. Dieser Meynung scheinen auch
lbst Berthollet und Fourcroy beyzutreten: al
in die Menge des sich hiebey bildenden brennbaren
Gas, und die Umstände, unter welchen es erscheint,
nd so beschaffen, daß diese Erklärung nicht genügte,
nd daß nicht allein Priestley in seinem letzten
Werke g) gegen die französischen Chemiker sich glück
ch vertheidigte, sondern daß auch selbst eifrige Ver
heidiger des neuern Systems Priestley'n bey
immten.

Der merkwürdige Umstand, daß sich wirklich
us Hammerschlag und Kohle brennbare Luft ent
ickelt, machte besonders Hrn. Cruikshank in England
ufmerksam, und er stellte hiemit eine Reihe von
Versuchen an, deren Resultat war: daß Prieste
y's brennbare Luftart wirklich eine neue brennbare
uftart sey. Dieser ist also der eigentliche Entdecker
ieser Gasart, obgleich Einige die Erfindung derselben
den

f) Reflexions sur la doctrine du phlogistique &c. par *Priestley*: ouvrage trad. et suivi d'une reponse par *l'Ader*. à Paris. an 6.

g) The doctrine of phlogiston established, and that of the composition of water refuted. Northumberland. 1800.

den franzöſiſchen Chemikern, beſonders dem Hrn. Deſormes, zuſchreiben.

Bey der Wiederholung von Prieſtley's Verſuchen nahm Cruikſhank [b]) zwey Schmelztiegel, in deren einen Hammerſchlag, und in den andern, auf dem ein Deckel lutirt war, Kohlenpulver gethan, und eine halbe Stunde lang durchglühet wurden, hierauf wurde beydes noch warm durch einander gemiſcht, und in eine kleine beſchlagene Glasretorte geſchüttet, welche durch eine Röhre mit der pnevmatiſchen Wanne verbunden wurde. Hierauf verſtärkte Cruikſhank das Feuer allmählig, und als die Retorte zu glühen anfing, entband ſich das Gas in großer Menge, welches über 2 Stunden lang währte, ſo daß mehrere Gefäße damit angefüllt wurden, deren Gas jedes nachher beſonders unterſucht wurde. Im Ganzen hatten ſich an Gas 150 Unzenmaaß entwickelt. Auf 1 Theil kohlenſaures Gas enthielt das Gas im erſten Gefäße 4 Theile, das im zweyten und dritten Gefäße 5 Theile, und das zuletzt übergegangene 6 Theile brennbares Gas. Um eine noch größere Hitze geben zu können, wiederholte er dieſen Verſuch in einer eiſernen Retorte; die Miſchung der Gasart blieb dabey dieſelbe, wie zuvor, nur entwickelte ſie ſich in viel größerer Menge, und er erhielt aus höchſtens 2 Unzen Hammerſchlag und Kohle mehrere Gallonen Gas.

Da mit andern Metalloxyden gleiche Reſultate zu erwarten waren, ſo nahm er zuerſt ſublimirtes Zinkoxyd, welches völlig wie der Hammerſchlag behandelt wurde. Beym Glühen der Glasretorte ging Gas in Strömen über, im Ganzen 90 Unzenmaaß. Das

b) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. T. V. p. I.

Das zuerst übergehende enthielt auf 1 Theil kohlensaures Gas 9 Theile, das Gas im zweyten Gefäße 26 Theile brennbare Luft, und das zuletzt übergehende war reine brennbare Luft. Nach Endigung des Versuchs fand sich im Halse der Retorte eine Menge metallischer Zink. Rothes Kupferoxyd gab mit Kohle 64 Unzenmaaß Luft, die kohlensaures und brennbares Gas, anfangs im Verhältnisse 10:1, dann 3:11, endlich ganz reines brennbares Gas gaben. Zu Ende des Versuchs fand sich das Kupfer in kleinen reguliniſchen Kügelchen mit der Kohle vermischt. Möglichst getrocknete Bleyglätte gab 40 Unzenmaaße kohlensaures und brennbares Gas. Das Bley fand sich reducirt in kleinen Kugeln mit der Kohle vermengt. Endlich gab schwarzes Braunsteinoxyd 38 Unzenmaaß Gas, anfänglich größtentheils kohlensaures, zuletzt bloß brennbares Gas.

Aus diesen Versuchen schloß Cruikshank, daß

1. alle Metalloxyde, welche die Rothglühehitze vertragen, mit Kohlen gemischt in dieser Hitze nicht bloß kohlensaures Gas, sondern auch sehr viel brennbares Gas entwickeln; daß

2. diejenigen Metalloxyde, welche ihren Sauerstoff am schwersten fahren lassen, das meiste brennbare Gas geben, indeß diejenigen, welche es am leichtesten hergeben, verhältnißmäßig das meiste kohlensaure Gas entwickeln; daß

3. das kohlensaure Gas hauptsächlich zu Anfange des Prozesses, dagegen das meiste und reinste brennbare Gas zu Ende desselben übergeht.

Es war zu vermuthen, daß sich das brennbare Gas, welches sich in diesen Fällen entbindet, von

allen bekannten Arten des Kohlenſtoff-Waſſerſtoffgas weſentlich unterſcheide. Dieß zeigte ſich auch durch das ſpecifiſche Gewicht des Gas aus Hammerſchlag, welches, nachdem Kalkwaſſer alles kohlenſaure Gas davon abgeſchieden hatte, beſtimmt, und nur um $\frac{1}{21}$ geringer als das der atmoſphäriſchen Luft gefunden wurde, da alle bekannten Arten des Kohlenſtoff-Waſſerſtoffgas um ſehr viel leichter als die atmoſphäriſche Luft ſind.

Nach manchen Verſuchen fand er, daß, wenn 4 Unzenmaaße des ſo gereinigten brennbaren Gas mit 2 Maaß Sauerſtoffgas in einer ſtarken gläſernen Glocke über Queckſilber durch einen elektriſchen Funken entzündet wurden, dieſes Gasgemiſch ſich bis auf $3\frac{1}{2}$ Maaß verminderte, welche vom Kalkwaſſer bis auf $\frac{1}{4}$ Maaß gänzlich verſchluckt wurden. Dieſer letzte Rückſtand war reines Sauerſtoffgas, wie ſich durch Salpetergas zeigte. Hieraus erhellet, daß 8 Maaß dieſes brennbaren Gas $3\frac{1}{2}$ Maaß reines Sauerſtoffgas nöthig hatten, um ſich damit völlig zu ſättigen, wobey 6 Maaß kohlenſaures Gas und etwas Waſſer gebildet wurden. Die große Menge kohlenſaures Gas, welche die brennbare Luft gibt, wenn ſie mit Sauerſtoffgas abgebrannt wird, unterſcheidet ſich ganz vorzüglich von den übrigen brennbaren Gasarten. In 6 Maaß kohlenſaurem Gas ſind wenigſtens 7 Maaß Sauerſtoffgas enthalten. Da nun vor dem Verpuffen nicht mehr als $3\frac{1}{2}$ Maaß Sauerſtoffgas waren zugeſetzt worden, ſo mußte der übrige Sauerſtoff ſchon zuvor und urſprünglich mit dem brennbaren Gas verbunden ſeyn. Es iſt alſo dieſes ein Oxyd in Gasform, welches ſich zum kohlenſauren Gas gerade ſo verhalten muß, wie Salpetergas zur Salpeterſäure, daher es

Crufe

Cruikshank mit dem Nahmen gasförmiges Kohlenstoffoxyd belegt.

Das brennbare Gas, welches sich aus den übrigen mit Kohle vermischten Metalloxyden entbunden hatte, stimmte in allen Eigenschaften mit diesem überein. Mit atmosphärischer Luft vermischt brennen sie alle ohne Explosion mit einer schwankenden blauen Flamme, und es bildet sich dabey viel kohlensaures Gas mit wenig Wasser. Mit Salpeterluft verbindet sich diese Luft nicht merklich; ein Beweis, daß der Sauerstoff darin nicht lose und frey, sondern chemisch gebunden ist.

Priestley's Versuch mit Hammerschlag und kohlensaurem Baryt, ganz auf dieselbe Art wie die vorigen wiederholt, gab ihm dieselben Resultate. Ehe die beschlagene und gut ausgetrocknete Glasretorte zum Glühen kam, ging nichts als kohlensaures Gas mit etwas Stickgas, dagegen wenige Minuten, nachdem sie angefangen hatte roth zu scheinen, eine Mischung über, die auf 5 Theile kohlensaurem Gas 2 Theile gasförmiges Kohlenstoffoxyd enthielt; im Ganzen 30 Unzenmaaß Gas. Aus einer irdenen Retorte, welche einen größern Grad von Hitze aushielt, bekam er 90 Unzenmaaß Gas von derselben Mischung. Da das gasförmige Kohlenstoffoxyd in diesem Versuche unstreitig daher rührte, daß das sich entwickelnde kohlensaure Gas in diesen hohen Graden von Hitze durch das Eisen zersetzt wurde: so vermuthete er einen noch auffallenderen Erfolg, wenn er Eisenfeile statt Hammerschlag nähme, da jene mehr Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat, als dieser. Er vermischte daher gewöhnlichen kohlensauren Kalk, nachdem er 10 Minuten lang in schwacher Rothglühehitze getrocknet wor-

den, mit gleich viel reiner, möglichſt getrockneter Eiſenfeile, und brachte beyde in eine eiſerne Retorte. Als dieſe anfing, roth zu ſcheinen, ſtrömte Gas in großer Menge über. Reicher entwickelten ſich davon mehrere Gallons, und zwar im Durchſchnitte 1 Theil kohlenſaures Gas, 4 bis 5 Theile Kohlenoxydgas. Daß hier Eiſenfeil ſo viel Gas mehr als Hammerſchlag gab, iſt ein offenbarer Beweis, daß hierbey das Eiſen wirklich die Kohlenſäure zerſetzte. Aetzender Kalk gab nur ſehr wenig Gas mit Eiſenfeil; völlig rein von Kohlenſäure würde es wahrſcheinlich gar kein Gas entbunden haben, welches eben den erwähnten Urſprung des Gas beweiſt.

Das meiſte gasförmige Kohlenoxyd erhielt Cruikſhank durch Zerſetzung des kohlenſauren Gas, da es ſich hierbey weder mit Waſſer noch mit Waſſerſtoff vermiſcht.

Prieſtley ſagt in ſeinen obſervations, beyde Gasarten kämen in ihren Eigenſchaften mit denen der brennbaren Luft aus genäßten Kohlen ſehr nahe überein. Cruikſhank fand dieß indeß bey genauerer Unterſuchung nicht ganz richtig. Die Luft, welche aus einer glühenden beſchlagenen Glasretorte, worin ſich befeuchtetes Kohlenpulver befand, überging, enthielt anfänglich auf 3 Theile kohlenſaures Gas 19 Theile, in der Mitte des Prozeſſes 55 Theile, und zuletzt nichts als ganz reines Kohlenſtoff-Waſſerſtoffgas, und es gingen mehrere Gallons Waſſer über. Das ſpecifiſche Gewicht dieſes Gas betrug, nachdem es durch Schütteln mit Kalkwaſſer von allem beygemiſchten kohlenſauren Gas befreyet war, $\frac{11}{23}$ vom ſpecifiſchen Gewichte der atmoſphäriſchen Luft, war alſo in dieſer Hinſicht weſentlich verſchieden von dem noch einmal ſo

ſchwe-

schweren gasförmigen Kohlenoxyd. Als er es in einem Recipienten mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas verbrannte, bildete sich eine beträchtliche Menge Wasser, das sich an die Wände in Tropfen anlegte, auch viel kohlensaures Gas. Wurden 6 Maaß dieses gut gewaschenen Gas mit 4 Maaß Sauerstoffgas über Queckſilber durch einen elektrischen Funken detonirt, so blieb nur ein Rückstand von $2\frac{1}{2}$ Maaß, welcher gänzlich aus kohlensaurem Gas bestand. Wieder eine merkwürdige Verschiedenheit dieses Kohlen-Wasserstoffgas von den gasförmigen Kohlenoxyden, die mit einer gleichen Menge Sauerstoffgas sich wenigstens zu 14 Maaß kohlensaurem Gas vereinigt, und das bey sehr wenig oder gar kein Wasser gebildet haben würden.

Aehnliche vergleichende Versuche stellte er mit den meisten bekannten Arten des Kohlen-Wasserstoffgas an, fand aber keine, die irgend eine bemerkbare Menge von Sauerstoff enthalten hätte. Die reinsten Arten des Kohlenstoff-Wasserstoffgas erhielt man aus Kampher oder aus Aether, indem man die Dämpfe derselben durch eine glühende Röhre trieb; aus thierischen Stoffen und aus einigen Vegetabilien durch zerstörende Destillation, und, was er nicht erwartete, in der Sumpfluft, welche er bisher mit der durch die Destillation aus angefeuchteten Kohlen erhaltenen für völlig ähnlich hielt. Alle diese reinern Arten des Kohlenstoff-Wasserstoffgas haben genau einerley Eigenschaften. Sind sie vom kohlensauren Gas völlig gereinigt, so beträgt ihr specifisches Gewicht $\frac{2}{3}$ von dem der atmosphärischen Luft; 2 Maaß derselben erfordern nicht weniger als $3\frac{1}{4}$ Maaß Sauerstoffgas, um sich ganz mit Sauerstoff zu sättigen, und geben dann $2\frac{1}{4}$

Maaß kohlensaures Gas und etwas Wasser. Eine ihrer merkwürdigsten Eigenschaften ist diese, daß, wenn sie mit $\frac{2}{3}$ ihres Volumens Sauerstoffgas vermischt werden, elektrische Funken, die man hindurch schlagen läßt, das Volumen des Ganzen nicht vermindern, sondern vermehren, obschon sich dabey kein kohlensaures Gas bildet. Nach einem Mittel aus mehreren Versuchen dehnten sich 6 Maaß Kohlen-Wasserstoffgas und $4\frac{1}{2}$ Maaß Sauerstoffgas, die durch einen elektrischen Funken über Quecksilber entzündet heftig explodirten, bis auf $12\frac{3}{4}$ Maaß, oder um $2\frac{1}{2}$ Maaß aus; die übrigen $10\frac{1}{3}$ Maaß enthielten, wie Salpetergas bewies, keinen freyen Sauerstoff, und erforderten ohngefähr $5\frac{1}{4}$ Maaß Sauerstoffgas, um sich gänzlich mit Sauerstoff zu sättigen, wodurch 5 Maaß kohlensaures Gas entstanden. Man sieht hieraus, daß ungeachtet der anscheinenden Veränderung des Kohlenstoff-Wasserstoffgas durch die erste Explosion, doch die Endresultate nicht merklich verschieden ausfielen, da die Verhältnisse des Kohlen-Wasserstoffgas, des Sauerstoffgas und des erzeugten kohlensauren Gas dabey dieselben, wie zuvor, bleiben. Bey mannigfaltigen Abänderungen dieser Versuche blieben die Resultate stets dieselben.

Auch wenn man Alkoholdämpfe durch eine rothglühende Röhre steigen läßt, erhält man eine Art Kohlen-Wasserstoffgas, welches aber in seinen Eigenschaften von dem auf ähnliche Art aus Aether erhaltenen sehr verschieden ist. Mit Kalkwasser tüchtig geschüttelt vermindert es sich sehr wenig oder gar nicht, welches anzuzeigen scheint, daß reiner Weingeist keinen Sauerstoff enthält. Das specifische Gewicht desselben beträgt $\frac{13}{20}$ von dem der atmosphärischen Luft; das

Gas

Gas aus Aether $\frac{1}{2}\frac{5}{3}$. In einem Gefäße mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft verbrennt bildet es viel kohlensaures Gas, und eine ansehnliche Menge Wasser. 4 Maaß erfordern $4\frac{2}{3}$ Maaß Sauerstoffgas, um sich damit zu sättigen, und geben 3 Maaß kohlensaures Gas und Wasser, indeß 4 Maaß Aethergas 7 Maaß Sauerstoffgas zur Sättigung erfordern, und damit $4\frac{1}{2}$ Maaß kohlensaures Gas und Wasser erzeugen. Hieraus erhellet die Verschiedenheit beyder Gasarten. Auch sieht man, daß Aether weniger Kohlenstoff und mehr Wasserstoff als der Weingeist enthält; jener nämlich beyde im Verhältnisse von 3 : 1, dieser im Verhältnisse 4 : 1; womit das sehr gut übereinstimmt, daß beym Prozesse der Aetherbildung sich Kohlenstoff abscheidet.

Aus allen diesen Versuchen erhellet, daß keine der bekannten Arten des Kohlen-Wasserstoffgas mit den gasförmigen Kohlenoxyden in ihrem Wesen übereinstimmen, da sie viel specifisch leichter als diese sind, und in ihrer Verbindung mit einer gegebenen Menge Sauerstoff viel weniger kohlensaures Gas, als diese, bilden.

So wie das gewöhnliche Kohlen-Wasserstoffgas aus Kohlenstoff, der mit Wasser chemisch gebunden, oder darin aufgelößt ist, besteht, so sind unstreitig die gasförmigen Kohlenoxyde nichts anders als Kohlenstoff, der mit Sauerstoff chemisch gebunden, oder darin aufgelößt, und durch Wärmestoff in den Gaszustand versetzt ist. Daß sie Sauerstoff enthalten, erhellet 1. aus der geringen Menge von Sauerstoff, welcher erfordert wird, um sie in kohlensaures Gas zu verwandeln; 2. daraus, daß man sie aus einem Gemenge von Metalloxyd und Kohle, die beyde im

Zustande der möglichsten Trockenheit sind, übertreibt, wobey das Oxyd sich reducirt, indem es seinen Sauerstoff zur Bildung des gasförmigen Kohlenoxyds und des kohlensauren Gas hergibt; und 3. daraus, daß sie sich durch Zersetzung von kohlensaurem Gas bilden, wie das z. B. in den Versuchen mit Eisenfeile und Kalk u. s. f. der Fall ist. Das gasförmige Kohlenoxyd steht in eben dem Verhältnisse zum reinen Kohlen- Wasserstoffgas und kohlensauren Gas, wie die Salpeterluft, oder gasförmiges Stickstoffoxyd, zum reinen Stickstoffe und zur Salpetersäure.

Aus diesem Allen sind nun auch die Einwürfe hinreichend beantwortet, welche Priestley aus seinen Versuchen mit Hammerschlag und Kohle u. s. w. dem neuern Systeme der Chemie entgegenstellte. Die gasförmigen Kohlenoxyde sind ganz etwas anders, als wofür er sie hielt, und Wasser wird zu ihrer Erzeugung keinesweges erfordert. Daher sich aus ihrer Entbindung aus Hammerschlag nicht auf Wasser, als Bestandtheil des Hammerschlags, schließen läßt.

James Woodhouse i) machte verschiedene Bemerkungen über einige Einwürfe Priestley's gegen das antiphlogistische System, und führte dabey ähnliche anomale Bildungen von brennbarem Gas an. Dieser glaubte nach wiederholten mit der größten Genauigkeit angestellten Versuchen gefunden zu haben, daß der Hammerschlag wirklich, wie Priestley behauptet, Wasser zu seinem Bestandtheile besitze, und daß seine Behandlung Resultate gebe, die Priestley's

i) Observations an certain objections of D. *Priestley's* to the antiphlogistic system of chemistry.

Ley's Vorstellungen günstiger seyen, als denen der französischen Chemiker.

Erhitzt man den Hammerschlag mit Kohle, die für sich beym Erhitzen kein Gas mehr gibt, so erhält man eine große Menge kohlensaures Gas, und eine kohlenstoffhaltende brennbare Luft, gerade so, als wenn man Wasserdämpfe über glühende Kohlen hinstreichen läßt. 8 Unzen Hammerschlag und $\frac{1}{2}$ Unze Kohlen gaben so z. B. von beyden Gasarten 602 Unzenmaaße, wobey das Eisen sich völlig reducirte und zugleich das Wasser in der hydropnevmatischen Röhre braun wie Silberpräcipitat gefärbt wurde. Bestände nun der Hammerschlag, wie Lavoisier behauptet, bloß aus Sauerstoff und Eisen, so müßte sich hierbey lediglich kohlensaures Gas entbinden, wie das z. B. mit dem rothen Queckſilberoxyd der Fall ist. Er scheint daher wirklich Wasser zu enthalten.

Zugleich, sagt Woodhouse, enthält er Sauerstoff, obgleich Priestley die Anwesenheit dieses Stoffs im Hammerschlage läugnet. Denn die Luft, die sich entbindet, wenn man Wasserdämpfe über glühende Kohlen gehen läßt, oder wenn man Kohle und Wasser in einer irdenen Retorte erhitzt, hält nie mehr als 0,3 Theile kohlensaures Gas, indeß in der Luft aus Hammerschlag und Kohle 0,5 kohlensaures Gas vorhanden sind. Wie wäre ein solcher Unterschied möglich, enthielte der Hammerschlag nur Wasser, und nicht auch Sauerstoff?

Bey einer Mischung von 2 Unzen Hammerschlag und 1 Drachme Kohle erhielt er zuerst 0,4 Theile kohlensaures Gas. Als eine Mischung von 2 Drachmen Hammerschlag und 1 Drachme Kohle in ein rothglühendes

hendes Eiſenrohr gebracht wurde, entbanden ſich dar aus 60 Unzenmaaß kohlenſaures Gas und brennbare Luft, und zwar enthielt das zuerſt übergehende Gas 0,2, das zuletzt übergehende 0,25 Theile kohlenſaures Gas.

Woodhouſe machte hierbey zuerſt auf die außerordentliche Menge des brennbaren Gas aufmerkſam, welches Kohlen, ſo wie ſie von einem Haufen genommen werden, zuletzt bey der Deſtillation, und in einem ſo viel reichlicheren Maaße, als mit Waſſer befeuchtet, entbinden. Er konnte ſich dieß nicht anders als durch eine unvollkommene Verkohlung erklären, indem die noch übrigen flüchtigen Beſtandtheile des Holzes jenen Ueberſchuß an brennbarem Gas bey der erſten Deſtillation bewirken ſollen.

Das zweyte, was hierbey bemerkt zu werden verdient, iſt die allmählige Veränderung des Gehalts der ſich entwickelnden Luft bey fortgeſetzter Deſtillation an kohlenſaurem und brennbarem Gas. Das erſtere wird immer weniger, das zweyte immer mehr. Da nach den franzöſiſchen Chemikern das Waſſer aus 85 Theilen Sauerſtoff und aus 15 Theilen Waſſerſtoff, dem Gewichte nach gerechnet, beſteht, ſo mußte, ihrer Theorie zu Folge, während gleich viel Sauerſtoff ſich mit der Kohle zu kohlenſaurem Gas verbindet, ſich auch gleich viel Waſſerſtoffgas entbinden, und es müßten auf 30 Theile kohlenſaures Gas immerfort 70 Theile brennbares Gas kommen, wie das zu Anfange der Deſtillation meiſtentheils zu geſchehen pflegt. Da aber der Gehalt an kohlenſaurem Gas immer mehr abnimmt, und zuletzt ganz verſchwindet, ſo kann, ſchließt Woodhouſe, das bey dieſem Prozeſſe entſtan-

standene Gas keinesweges einer Zersetzung des Wassers durch die glühende Kohle zugeschrieben werden.

Erhitzt man Zink, Eisen, Kupfer, Braunstein, oder Wismuthoxyd mit Kohle in einer irdenen Retorte, so zeigt sich in der entbundenen Luft dieselbe Veränderung in ihrem Gehalte zu kohlensaurem und brennbarem Gas.

Alle diese Oxyde, bemerkt Woodhouse, das Wismuth- und Zinkoxyd ausgenommen, geben mehr kohlensaures Gas, als man aus Kohle und Wasser erhält. Dieses schien zu beweisen, daß sie Sauerstoff enthielten. Enthielten sie aber bloß Sauerstoff, und nicht Wasser zugleich, so müßten sie kein brennbares Gas, sondern bloß kohlensaures Gas entbinden, und zwar davon desto mehr, je mehr Sauerstoff sie enthielten.

Alle diese Thatsachen, sagt Woodhouse, stimmen sehr gut mit Priestley's Theorie überein, indeß sie mit der französischen Chemie unvereinbar sind. Könnte Priestley darthun, daß sich aus Kohle und Wasser gerade so viel kohlensaures Gas, als aus Kohle und Metalloxyden, gewinnen läßt, d. h. 0,5 Theile; so würde das ganze antiphlogistische System über den Haufen geworfen. Doch sey dieß noch nicht geschehen.

Woodhouse hatte seinen Aufsatz dem Pariser Nationalinstitute überschickt, welches sich darüber von Guyton Bericht erstatten ließ. Dieser fand Woodhouse's Versuche so wichtig, daß er nicht nur dem Nationalinstitute daraus einen umständlichen Auszug vorlegte, sondern daß er auch seinem Gehülfen Desormes auftrug, die Hauptversuche Woodhouse's

se's zu verificiren und zu erweitern k). Nachdem dieser nebst Clement die nöthigen Versuche angestellt hatte, so theilte Guyton die Resultate derselben dem Nationalinstitute mit. Aus ihnen folgt, daß das Gas, welches man während der Reduction des Zinks durch Kohle auffängt, wirklich ein brennbares Gas ist, welches, wenn die atmosphärische Luft freyen Zutritt hat, angesteckt fortbrennt, und das mit Sauerstoffgas, jedoch nur schwach, detonirt, und dazu einen größern Antheil von Sauerstoffgas erfordert. — Dieß letztere ist aber irrig; denn Cruikshank's Versuchen zu Folge geschieht gerade das Entgegengesetzte, als unterscheidendes Merkmal dieser Gasart.

Dieß Gas ist leichter, als das kohlensaure Gas, doch viel schwerer als Kohlen-Wasserstoffgas, und kommt in seinem Gewicht oft dem der atmosphärischen Luft ziemlich nahe.

Im Volta'schen Eudiometer über Oel oder Quecksilber mit Sauerstoffgas abgebrannt, gibt es kein Wasser, und der luftförmige Rückstand ist kohlensaures Gas, welches vom Kalkwasser gänzlich verschluckt wird.

Man erhält diese Gasart ebenfalls, wenn man Zinkoxyd mit Reißbley erhitzt, oder wenn man kohlensauren Baryt mit gepulverter Kohle über Feuer bringt.

Läßt man kohlensaures Gas wiederholt durch eine glühende Porzellanröhre, in welche man zuvor Kohlen gebracht hat, gehen, so nimmt es beträchtlich am Umfange zu, wird nun nicht mehr vom Wasser absorbirt, und von einer hineingetauchten Wachskerze, statt sie auszus

k) Annales de chimie. T. XXXVIII. (prairial) p. 258.

auszulöschen, entzündet, und gibt beym Brennen gerade den Rückstand, wie das Gas, das sich bey der Reduktion des Zinkoxyds und Kohle entbindet.

Dieß Gas ist daher offenbar kohligsaures Gas (gas carboneux), oder Kohlenoxydgas (gaz oxyde de carbone), worin der Kohlenstoff bloß in einem mindern Grade oxydirt ist, indem der Sauerstoff unter Begünstigung der ausnehmend hohen Temperatur, die zu diesen Operationen erfordert wird, mehr Kohlenstoff aufnimmt, als er in vollkommene Säure zu verwandeln vermag.

Für diese Theorie gibt besonders der letzte Versuch einen direkten Beweis, welchen auch Fourcroy auf eine ganz andere Art mit Hülfe Thenard's angestellt hatte, und von dem er in der nämlichen Sitzung Nachricht gab. Auch bestätigt folgende Bemerkung, die Hassenfratz in der nämlichen Sitzung mittheilte, diese Erklärung. Als er in einer glühenden Röhre Sauerstoffgas über Kohle gehen ließ, erhielt er, nach der Verschiedenheit der Dauer der Operation und des Hitzgrades, ein schwereres oder leichteres, mehr oder minder brennbares Gas. Zuletzt bemerken die französischen Chemiker noch, daß sie es eigentlich Woodhouse's Untersuchungen zu danken hätten, auf die Spur einer so wichtigen Entdeckung gekommen zu seyn. Dieß hat vorzüglich Veranlassung gegeben, den französischen Chemikern diese Entdeckung zuzuschreiben, obgleich schon Cruikshank die enscheidenden Merkmale dieser Gasart bestimmter, als dieser, vorher gefunden hatte.

Desormes und Thenard[1]) haben durch neuere Versuche diese Gasart in ein noch größeres Licht gesetzt.

1) Ibid. T. XXXIX. p. 26. sq.

setzt. Sie fanden, daß sich überhaupt Kohlensäure, so oft sie unter hohen Temperaturen mit Kohle in Berührung kommt, in kohlensaures Gas verwandele. Auf diese Art haben sie es aus vielerley Stoffen bereitet. So entwickelten sie aus schwefelsauren Salzen, durch noch einmal so viel Kohle zersetzt, als zur Bildung von kohlensaurem Gas ausreicht, aus kohlensaurem Baryt und kohlensaurer Kalkerde, mit Kohle erhitzt, das kohligsaure Gas in Menge. Alle Metalloxyde, wenn man sie mit mehr Kohle, als zur Bildung von Kohlensäure ausreicht, erhitzt, wofern nur das Oxyd vorher sich nicht reducirt, ehe die Kohle roth glüht, geben dieß Gas. Läßt man Wasserdämpfe durch ein Rohr gehen, das viele Kohle enthält, und in zwey Oefen glühend erhalten wird, so geben sie ein Gemenge von kohlensaurem Gas, kohligsaurem Gas und Wasserstoffgas.

Höchst wahrscheinlich geben thierische und vegetabilische Stoffe, gehörig vermischt, gleichfalls kohligsaures Gas und Wasserstoffgas. Dieß bewies die Destillation von Gummi und von Holz. Auch erhält man kohligsaures Gas, wenn man in einem verschlossenen Gefäße Pulver aus 3 Theilen Salpeter und 1 Theil Kohle verbrennt.

Die Eigenschaften dieses merkwürdigen Gas sind nach Desormes und Thenard's Untersuchungen folgende:

Ein Litre desselben wiegt im Mittel 1,101 Grammes.

Ein Vogel in eine Glocke voll dieses Gas gesetzt starb darin so schnell, daß es nicht möglich war, ihn lebendig wieder herauszunehmen. Wahrscheinlich sey

es

s daher dieses Gas, durch welches der Kohlendampf
o schnelle Erstickungen bewirke. Einer von ihnen ver-
uchte es einzuathmen; er wurde davon auf der Stelle
etäubt, daß er im Begriffe war, hinzufallen.

Licht, Elektricität und Wärme scheinen auf dies
es Gas keinen Einfluß zu haben; selbst in einer glü-
enden Glasröhre verändert es seine Natur nicht.

Um das Gesetz der Dilatation dieser Gasart zu
ennen, brachten sie etwas davon in eine graduirte
öhre, in der es durch Quecksilber gesperrt war.
Diese Röhre stand bis auf ihren untern Theil in einer
eitern Röhre, in welche kochendes Wasser gegossen
urde. Als Alles gleiche Temperatur angenommen
aben mochte, stand das Thermometer im Wasser
er äußern Röhre auf 51°. Bey allmähliger Ausdeh-
ung zog sich die Gassäule zusammen.

An der atmosphärischen Luft brennt das kohlig-
ure Gas, wenn es entzündet wird, mit einer blauen
lamme. Durch eine glühende Glasröhre voll atmo-
phärischer Luft getrieben, bewirkt es darin keine De-
nationen. Mit atmosphärischer Luft in Volta's
udiometer durch einen elektrischen Funken entzündet,
tonirt es mit einer blauen Flamme, die das Instru-
ent in Gestalt einer horizontalen Scheibe von oben
ach unten durchläuft. Dabey bleiben kohlensaures
as und Stickgas zum Rückstand.

Mit Sauerstoffgas verbrennt es ganz auf dieselbe
rt, und gibt damit bloß kohlensaures Gas als Rück-
ind. Indeß ist es weit weniger verbrennlich, als
s Wasserstoffgas, und oftmals entzündete ein zwey-
r elektrischer Funke eine Mischung aus kohlensaurem
as und Sauerstoffgas noch einmal, nachdem es

schon zuvor durch den ersten Funken angezündet war. Dieses findet beym Wasserstoffgas nie statt. Gleiche Theile kohligsaures Gas und Sauerstoffgas detoniren in offenen Gefäßen lange nicht so heftig, als Wasserstoffgas. Mit vielem Sauerstoffgas verbrennt es sehr schnell mit einer etwas röthlichen, minder starken Flamme.

Läßt man gleiche Theile kohlensaures Gas und Wasserstoffgas, die zuvor ausgetrocknet sind, durch eine glühende Glasröhre gehen, so schlägt sich Kohlenstoff auf die Wände im Innern der Röhre nieder, und überzieht sie an der Oberfläche mit einem prächtigen schwarzen Email. Zugleich bilden sich Wasser und reines Wasserstoffgas, wie daraus zu schließen ist, weil es wie dieses mit einer rothen Flamme brennt. Kohlensaures Gas setzt unter diesen Umständen nur wenig Kohlenstoff in der Glasröhre ab, und macht die Oberfläche grau. Ein Stück Eisen in der Röhre oxydirt sich an der Oberfläche, ohne Stahl zu werden, und in der Porzellanröhre schlug sich kein Kohlenstoff an der innern Wand nieder.

Mit Stickgas verbindet sich das kohlensaure Gas so wenig als mit fließendem Schwefel. Indem es über glühende Kohlen weggeht, lößt es davon etwas auf und nimmt an Ausdehnung zu. Es verflüchtigt den Phosphor, lößt ihn geschmolzen auf, und verbindet sich damit so innig, daß es auch, nachdem es 24 Stunden über Wasser gestanden hat, noch mit einer blaßgelblichen Flamme brennt, und das essigsaure Bley nicht fällt. Wahrscheinlich bildet sich bey der Präcipitation des Phosphors, wenn man zu viel Kohle zur Phosphorsäure hinzusetzt, kohligsaures Gas, und lößt Phosphor auf, woraus sich der Verlust

ist an Phosphor erklärt. Man muß nicht mehr Kohle hinzusetzen, als eben hinreicht, sich mit dem Sauerstoffe zum kohlensauren Gas zu verbinden.

Mit Kali, Ammonium, Kalkerde und Baryt verbindet sich das kohligsaure Gas nicht in der Kälte. Da der Wasserstoff in der Hitze dieses Gas zersetzt, so würde, hofften sie, wenn ein Gemisch aus kohlensaurem Gas, Wasserstoffgas, und Ammoniumgas durch eine glühende Glasröhre getrieben würde, der Kohlenstoff sich mit dem Ammonium zu Blausäure verbinden. Dieß geschah aber nicht.

Leicht erhitztes rothes Queckſilberoxyd wird durch dieses Gas ein wenig reducirt.

Auf Salpetergas wirkt es weder in der Kälte noch in der Hitze. Eben so wenig auf die Säuren.

Ein Maaß kohligsaures Gas und 4 Maaß oxydirt salzsaures Gas, die mit einander 36 Stunden lang über Wasser gesperrt werden, verschwinden völlig bis auf einen Rückstand von etwas Stickgas. Dabey bildet sich Kohlensäure, und eine kleine weiße ölige Haut, die auf dem Wasser schwimmt, und dem Gefühl nach viel Aehnlichkeit mit Wachs hat. Enthält das kohlensaure Gas auch nur etwas Wasserstoff, so verbrennt es mit oxydirt-salzsaurem Gas nur langsam und unvollkommen.

Geht ein Gemenge aus kohlensaurem Gas und Schwefel-Wasserstoffgas durch eine glühende Röhre, so schlägt sich etwas Schwefel nieder, und das Gas läßt sich nur sehr schwer vom Schwefel-Wasserstoffgas durch Waschen mit Wasser trennen. Absorbirt das Wasser kein Gas weiter, so brennt der Rückstand gerade

rabe mit einer solchen Flamme, als das reine kohligsaure Gas, und es setzt sich dabey an die Wände der Glocke Schwefel ab. Vor dem Waschen brennt es mit rother Flamme; nach demselben präcipirt es das essigsaure Bley in Menge. Dieß geschieht nicht, wenn man es zuvor mit einer Eisenauflösung wäscht, und es brennt dann blau, ohne Schwefel abzusetzen.

Merkwürdig ist es, daß sich dieses Gas nicht direkt gewinnen läßt, d. h. indem man den Sauerstoff mit Kohlenstoff gerade in dem Verhältnisse vereinigt, in welchem sie in diesem Gas vorkommen, sondern nur, indem man Kohlensäure mit Kohlenstoff chemisch verbindet. Umsonst suchten sie es aus Sauerstoffgas, das sie langsam über glühende Kohlen wegstreichen ließen, zu erhalten. Dabey bildet sich bloß kohlensaures Gas. Um kohligsaures Gas zu gewinnen, muß man es eine Zeitlang über glühende Kohlen stehen lassen.

Vorzüglich merkwürdig ist der Versuch, in welchem Wasserstoff das kohligsaure Gas zersetzt, indem es demselben den Sauerstoff entzieht. Höchst wahrscheinlich wird dazu ein Uebermaaß an Wasserstoffgas erfordert, und diese Zersetzung gleicht der des kohlensauren Gas durch Phosphor, wo die größere Verwandtschaft durch die größere Masse bestimmt wird.

Einige holländische Chemiker [m]) haben dieses vorgebliche neue Gas genauer geprüft. Sie glaubten gefunden zu haben, daß sich jene Herren durch eine scheinbare Verschiedenheit ihres Gas vom Kohlen- Wasserstoffgas haben irre führen lassen.

Diese

m) *Van Mons* journal de chimie et de physique. N. 5. p. 187. sq.

Diese Chemiker meinten sowohl durch Synthese als Analyse bewiesen zu haben, daß das vorgebliche gasförmige Kohlenoxyd oder kohligsaure Gas aus Wasserstoff und Kohlenstoff bestehe, nur daß diese in einem andern Verhältnisse als in den gewöhnlichen Arten des Kohlen-Wasserstoffgas enthalten sind, daher man es als eine besondere Art vom Kohlen-Wasserstoffgas anzusehen habe.

Wo sich auch dieses Gas bilde, immer gehe eine Wasserzersetzung vor. Daß es sich bey der Reduktion der Metalle durch Kohlen erzeuge, sey daher nichts weniger als ein Einwurf gegen das neuere System der Chemie, wofür Priestley und Andere dieselbe nahmen, sondern entspreche vielmehr völlig den Grundsätzen dieses Systems.

Gegen diese holländischen Chemiker bemerken Desormes und Clement n), daß sie selbst nicht einmal die Gegenwart von Sauerstoff in dieser Gasart erkennen. Wenn sie die Stoffe, womit sie operiren, nach Maaß und Gewicht bestimmt hätten, so würden sie wahrgenommen haben, daß das kohlensaure Gas, während es über glühende Kohlen geht, fast gänzlich verschwindet, und dafür als brennbares Gas erscheint. Mithin macht es einen neuen Bestandtheil dieses Gas aus, das deßhalb nicht bloßes Kohlen-Wasserstoffgas seyn kann. Diese Herren behaupteten nämlich, daß dieses Gas kein Hydrogen enthalte, dagegen aber erklärten andere Physiker, z. B. Berthollet und jene holländischen Chemiker, dasselbe für eine dreyfache Verbindung von Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff,

n) Annales de chimie. T. XLII. p. 151.

stoff, und schreiben die Brennbarkeit desselben auf Rechnung des letztern Stoffs. Nach Desormes und Clement haben diese Chemiker ihre Behauptung darauf gegründet, daß die Kohle nie ganz rein sey, sondern noch Hydrogen und Oxygen enthalte. Um nun diesen streitigen Gegenstand mehr zu beseitigen, entschlossen sich Desormes und Clement, über folgende Fragen eine Reihe von Versuchen anzustellen:

1. Enthält gut gebrannte Kohle Hydrogen?

2. Beruht der Unterschied der verschiedenen kohlenstoffhaltenden Körper darauf, daß sie bey gleicher Masse verschiedene Mengen von Sauerstoff enthalten?

In Ansehung der ersten Frage fanden sie als ausgemacht, daß, wenn sich während des Verbrennens der reinen Kohle Wasser bildet, dieses nicht anders, als in Gestalt elastischer Flüssigkeit in den Gasarten, welche dieser Prozeß erzeugt, vorhanden seyn kann, und daß die Kohle, wenn sie gehörig gebrannt worden ist, von welcher Textur und Farbe sie auch sey, kein Hydrogen enthalte, folglich zum Verbrennen eine gleiche Menge von Sauerstoff erfordere. Bey diesen Untersuchungen hatten sie zugleich ein neues chemisches Produkt entdeckt. Indem sie nämlich auch die Einwirkung des Schwefels auf die Kohle versuchten, so fanden sie eine Verbindung des Schwefels mit der Kohle, welche in der Temperatur und unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre tropfbar flüssig ist, und welchen sie liquiden Schwefel-Kohlenstoff (souffre carburé) nennen. Dieser ist durchsichtig; wenn er ganz rein ist, farbenlos, gewöhnlich aber gelbgrünlich, riecht unangenehm, schmeckt anfangs

fangs frisch, nachher aber sehr pikant, wie Aether, und ist auch so flüchtig wie dieser.

Die Resultate aus allen Versuchen waren überhaupt folgende:

1. Gut bereitete Kohle, sie rühre her von welchem Stoffe sie wolle, gibt beym Verbrennen kein Wasser; und gleiche Mengen derselben gebrauchen zum vollständigen Verbrennen stets gleiche Mengen von Sauerstoffgas. Folglich enthält sie kein Hydrogen; und hat sie Sauerstoff mit zu ihren Bestandtheilen, so enthält davon jede Kohle gleich viel (und auch so ein jeder Körper, der aus Kohlenstoff besteht; ob der Diamant eine Ausnahme mache, sey noch unbekannt).

2. Kohle und Schwefel treten in hohen Temperaturen in chemische Verbindungen, und können sich vereinigen a. zu einer durchsichtigen, farbenlosen und sehr tropfbaren flüchtigen Flüssigkeit, b. zu einem krystallbaren festen Körper, und vielleicht auch c. zu einem unter dem Drucke der Atmosphäre permanent elastischen Gas. In allen diesen Verbindungen zeigt sich keine Spur von Hydrogen.

3. Das gasförmige Kohlenstoffoxyd, das man aus Kohle und getrocknetem kohlensauren Gas, und auf ähnlichen Wegen erhält, enthält daher kein Hydrogen. Es ist eine einfache und durch sich selbst brennbare Verbindung.

Geräthschaften zur Anschwängerung des Wassers.

Priestley hatte bereits, wie oben angeführt ist, einen Apparat angegeben, um das Wasser mit sogenann-

ter fixer Luft anzuschwängern; allein er zieht selbst die von Parker angegebene Methode vor. Der erste Erfinder der parkerschen Geräthschaft ist eigentlich D. Röth *); Parker aber hat sie ansehnlich verbessert und bequemer eingerichtet. Sie hat daher auch von ihm den Nahmen der parkerschen Maschine erhalten. Dieselbe besteht aus 3 genau in einander passenden gläsernen Gefäßen, von welchen das unterste kegelförmig in eine ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll weite Oeffnung zuläuft, und einen flachen nach innen erhabenen Boden hat. An der Seite hat dieß Untertheil auch noch eine Oeffnung mit einem eingeriebenen Stöpsel. In die Oeffnung dieses Gefäßes paßt das mittlere Gefäß, das kugelförmig ist; es besitzt unten einen Hals, welcher in die Mündung des vorigen genau und luftdicht eingeschliffen ist. In diesem Halse befinden sich 2 senkrecht über einander stehende gläserne Zapfen, welche mit mehreren Haarröhrchen durchlöchert sind. Zwischen diesen beyden gläsernen Zapfen ist aber ein kleiner Raum, welchen ein planconvexes Linsenglas einnimmt, damit es mit seinem flachen Theile auf dem untersten Zapfen ruht. Dieß Linsenglas hat einigen Spielraum, und dient als Ventil, die durch die Haarröhrchen aufsteigende Luft durchgehen, aber keine Flüssigkeit zurückgehen zu lassen. Dieß mittlere Gefäß endigt sich auch oben in eine ohngefähr 1 Zoll weite Oeffnung, und hat nach unten zur Seite eine andere Oeffnung, welche mit einem eingeriebenen Glasstöpsel verschlossen werden kann. In diesem mittleren Theile der Maschine paßt das obere ebenfalls kugelförmige Gefäß, welches sich unten in einen Hals endigt, der in die Oeffnung des vorigen genau und luftdicht eingeschlossen

*) Philosoph. Transact. Vol. LXV. P. I. n. 4. p. 59.

sen ist, und in eine engere etwas krummgebogene Röhre ausläuft, die fast bis zur Mitte des mittleren Gefäßes herabsteigt. Die Mündung des obern ist mit einem kegelförmigen eingeriebenen Glasstöpsel geschlossen.

In das unterste Gefäß dieser Geräthschaft wird gestoßener Marmor, Kreide, Kalkstein u. dergl. geschüttet, und darüber verdünntes Vitriolöl gegossen; das mittlere Gefäß mit Wasser angefüllt, und alsdann alles gehörig zusammengesetzt. Das in dem untern Gefäße sich entwickelnde kohlensaure Gas geht nun durch das Ventil über, und erhebt sich in den obern Theil dieses Gefäßes über die Wasserfläche. Daher treibt die Elasticität dieses Gas einen Theil Wasser aus dem mittleren Gefäße durch die gebogene Röhre in das obere Gefäß. Der in dem mittleren Gefäße zurückbleibende Theil Wasser ist nun mit dem Gas in Berührung, welches auch beständig durch dasselbe hindurch geht. Das Wasser wird dadurch nach und nach mit dem Gas angeschwängert, und kann durch die Seitenöffnung abgelassen werden. Das Anschwängern des Wassers wird durch Schütteln des ganzen Apparats befördert.

Durch diese Geräthschaft kann man auch andere Flüssigkeiten mit kohlensaurem Gas, oder auch Wasser mit andern Gasarten anschwängern.

Andere Vorrichtungen zu dergleichen Operationen haben nachher Bergmann p), Magellan

p) De aquis medicatis frigidis arte parandis; in seinen opuſ. phyſ. chem. Vol. I. p. 185. ſq.

Ian [q]), Whitering [r]) und Baader [s]) angegeben.

Auch zeigt Wilke [t]), wie man statt des Schüttelns die Luftsäure mit dem Wasser durch einen Wirbel in größere Verbindung bringen könne.

Herr D. Fierlinger [u]) bemerkt aber, daß alle diese Methoden zum Theil einen kostspieligen Apparat erfordern, und zum Theil sich bey ihnen die Luft im ausgedehnten Zustande befinde, so daß sie sich nicht hinreichend mit dem Wasser verbinden könne. Diesen Fehler suchte er auf folgende Art abzuhelfen: Er füllte gewöhnliche runde Flaschen mit Wasser an, stürzte sie vorsichtig um, damit keine Luft in selbige hineinkam, stellte sie auf einen einfachen Apparat, dergleichen Bergmann beschreibt und abbildet, und füllte diese so gestellte Flaschen auf eben die Art, wie Bergmann, mit kohlensaurem Gas an, das er aus dem zu Wien gewöhnlichen Küchensande mit etwas wenigem Vitriolöle entwickelte. Wenn die Flaschen mit Gas voll und von Wasser folglich ganz leer waren, vers

q) Beschreibung eines Glasgeräths, vermittelst dessen man mineralische Wässer in kurzer Zeit und mit geringem Aufwande machen kann. A. d. Engl. von Wenzel. Dresd. 1780. 8.

r) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. V. St. I. S. 104.

s) Beschreibung verschiedener Maschinen zur Anschwängerung des Wassers mit Luftsäure; in Gren's Journal der Physik. B. III. S. 3. f.

t) Neue Weisen, Wasser mit Luftsäure zu sättigen; aus den neuen Schwedischen Abhandl. B. III. S. 169. f. übers. in Crell's chem. Annalen 1785. B. I. S. 169. f.

u) Gilbert's Annalen der Physik. B. I. S. 64. f.

verstopfte er sie unter Wasser mit einem Stöpselventil, nahm sie vorsichtig vom Apparate weg, indem er den Hals der Flasche in ein kleines Gefäß unter Wasser steckte, und tauchte sie dann unter Wasser in einen eigenen cylindrischen hohen, fast röhrenförmigen Topf, der 2 Fuß hoch, und dem Durchmesser der Flasche gemäß weit ist, um bey einer geringern Menge Wasser nach hydrostatischen Gesetzen einen großen Druck anbringen zu können. Die auf solche Art mit kohlensaurem Gas gefüllten und so ganz unter Wasser getauchten Flaschen saugen sich vermöge der Verwandtschaft des kohlensauren Gas zum Wasser mit diesem beynahe ganz voll an. Auf diese Art erhält F. ein Wasser, das gleichen Cubikinhalt Gas in gleichem Cubikinhalt Wasser enthält; denn das Wasser ist in den Raum des Gas gedrungen. Es ist ziemlich stark, und kann noch stärker gemacht werden.

Diese Methode hat nebst der Bequemlichkeit und Wohlfeilheit noch die Vortheile, daß sich bey selbiger die Luft im compressiven Zustande befindet, und daß der Druck nach Belieben vermehrt werden kann, je nachdem man die Flasche mehr oder weniger untertaucht, und daß das Wasser in den Gefäßen, aus welchen es getrunken wird, selbst bereitet werden kann, weil bey dem Umgießen desselben desto mehr verloren wird, je stärker das Wasser ist.

Die Stöpselventile sind genau an die Flaschen passende, der Länge nach durchbohrte und ausgefeilte Korkstöpsel, deren obere Oeffnung mit einem zinnernen Blättchen bedeckt wird, welches mit einem Faden an den Stöpsel befestigt ist, indem man es durchbohrt, und den Faden durchzieht. Wenn dieses Blättchen oben mit einem Grübchen versehen wird, in welches man

man alkoholisirte oder andere Eisenfeilspähne legt, so wird das Wasser eisenhaltig, und zwar so stark, daß es mit geistiger Galläpfeltinktur einen schwarzen Niederschlag gibt, und einen starken Eisengeschmack bekommt.

Diese Eisenwasser sind nun auch ein Beweis, daß die Ventile gut schließen, und daß sich folglich wirklich gleicher Cubikinhalt Luft in gleichem Cubikinhalte Wasser befinde; denn schließen sie nicht genau, so bekommt das in den Topf vorgeschlagene Wasser oben auf eine spielende Haut, welches nicht geschieht, wenn die Ventile genau passen.

Das auf diese Art bereitete Wasser ist schon ziemlich an Gas und Eisen reichhaltig, aber es kann durch wiederholtes Schwängern noch reichhaltiger gemacht werden.

Eudiometrie.

Veranlassung, auf Vorrichtungen zu denken, durch welche die Reinheit der Luft geprüft werden könne, gab die von Priestley entdeckte Erscheinung der Salpeterluft, die respirable Luft zu zerstören. Dieser fand schon, daß die atmosphärische Luft und das Salpetergas eine desto größere Verminderung des Volumens erleiden, je reiner die atmosphärische Luft ist, und daß der Rückstand jederzeit phlogistisirte Luft ist. Er war selbst der erste, welcher bereits im Jahre 1772. ein einfaches Instrument dieser Art zu Stande brachte. Dieß besteht aus einer gläsernen Flasche oder Phiole, die er das Maaß nennnt, und welche ungefähr 1 Unze Wasser enthalten kann, nebst noch 2 andern Glasröhren. Der Durchmesser der einen Glasröhre beträgt etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll und der der andern $\frac{1}{4}$ Zoll,

die

die Länge Beyder 3 Fuß. Diese lange Röhre dient zur Einnahme der zu prüfenden Luft und des Salpetergas; deßwegen sind auch die Räume, in welche sich die geprüfte Luft ausdehnt, durch eingeschnittene Striche bemerkt, und ein jeder davon in 1000 Theile getheilt. Das Maaß wird nun zuerst mit Wasser angefüllt, und in umgekehrter Lage mit der Oeffnung über die Oeffnung des Trichters einer mit Wasser gefüllten Wanne des pnevmatisch chemischen Apparats gebracht. Hierauf wird nun in dieses Maaß die zu prüfende Luft durch den Trichter eingelassen, welche sich in demselben nach oben hingibt, und das Wasser herunterpreßt. Dieses Maaß Luft wird sodann in die 1½ Zoll breite Glasröhre gelassen, ohne dieselbe mit der bloßen Hand zu berühren. Auf die nämliche Art wird nun auch das Maaß mit Salpetergas angefüllt, und in eben die Glasröhre gelassen; die Mischung dieser beyden Luftarten wird nun in die große gläserne Röhre mit der äußern Wasserfläche zusammengelassen, wobey nun der Raum, welchen 2 Maaß Luft nach der Vermischung ausfüllen, in Hunderttheilen eines Maaßes bemerkt werden kann. Dieses Verfahren, so einfach es auch an sich ist, ist doch verschiedenen Fehlern ausgesetzt; schon eine nur gering abweichende Temperatur kann verschiedene unter einander stark abweichende Resultate hervorbringen, anderer Umstände, die sich dabey einfinden können, nicht zu gedenken.

Priestley's Gedanke, mittelst des Salpetergas die Reinigkeit der atmosphärischen Luft zu prüfen, ward von andern Naturforschern mit Beyfall aufgenommen. Sie suchten die erste Erfindung auf mannigfaltige Weise abzuändern und zu verbessern. Der

Abt

Abt Felix Fontana x) ſchlug acht von der Prieſtley'ſchen Erfindung verſchiedene neue Werkzeuge vor, welche alle dieſes mit einander gemein haben, daß eine jede Luftart in ein eigenes dazu beſonders beſtimmtes Behältniß gebracht wird. Hierauf werden beyde Luftarten zuſammengelaſſen, da ſodann das Queckſilber die Größe der Veränderung des Volumens angibt. Bey den vier erſten geſchieht dieſes durchs Abwägen des Queckſilbers, bey den vier andern aber durch den verſchiedenen Stand in der Glasröhre mittelſt eines angebrachten Maaßſtabes. Alle dieſe Werkzeuge haben aber weiter keinen Beyfall erhalten, weil das Salpetergas das Queckſilber angreift, und daher die zu erwartenden Reſultate ungemein zweifelhaft macht.

Nicht lange darnach gab der Ritter Marſiglio Landriani y) in Mayland eine ganz andere Einrichtung dieſes Werkzeuges an, und benannte ſelbiges zum erſtenmale Eudiometer, welchen Nahmen alle übrige Einrichtungen dieſer Art behielten. Dieſes Eudiometer beſteht aus einer ovalen gläſernen Flaſche, die an beyden entgegengeſetzten Oeffnungen mit gläſernen oder elfenbeinernen Hähnen verſehen iſt. Aus der untern Oeffnung dieſer Flaſche geht eine Glasröhre, welche überall gleich weit iſt, hinab; das untere Ende dieſer Röhre beſitzt ein Ventil, und ſteht in einem kleinen Becken mit Waſſer. Dieſer ganze Apparat iſt an ein hölzernes Geſtelle gebracht, welches neben der langen

gen

x) Deſcrizione eduſo di alcuni ſtromenti per miſurare la ſalubrità dell' aria. in Firenze 1774. 4.

y) Richerche fiſiche intorno alla ſalubrità dell' aria. in Milano 1775. 8. auch in *Rozier* journal de phyſ. Octob. 1775. Landriani Unterſuchung der Geſundheit der Luft. Baſel 1778. 8.

gen Glasröhre eine Skale enthält, deren Länge in 24, jeder Theil wiederum in 12 Theile eingetheilt ist. Am obern Hahne ist eine Blase, mit Salpetergas angefüllt, gebunden. Der Gebrauch dieses Eudiometers ist folgender: die Flasche und Röhre werden mit Wasser angefüllt, hierauf der obere Hahn mit der daran gebundenen Blase aufgeschraubt, und aus letzterer so viel Salpetergas in die Flasche gedruckt, bis diese ganz mit dem Salpetergas angefüllt und das Wasser hinabgedruckt ist. Hiernächst werden nun beyde Hähne verschlossen, das kleine mit Wasser gefüllte Becken wird weggenommen, damit das Wasser aus der Glasröhre auslaufen, und diese sich mit atmosphärischer Luft füllen könne. Nachdem nun dieses wirklich geschehen ist, wird das Becken wieder in die gehörige Stellung gebracht, die untere Oeffnung der Röhre ins Wasser getaucht, und der Hahn zwischen der Flasche und der Röhre geöffnet. Da nun hierdurch beyde Luftarten in Berührung kommen, so erfolgt auch die Verminderung des Volumens der atmosphärischen Luft, und daher muß das Wasser durch den äußern Druck der Atmosphäre in der gläsernen Röhre in die Höhe getrieben werden, wodurch die Verminderung des Volumens durch die abgetheilte Skale sehr leicht bestimmt werden kann. Mit diesem Eudiometer hat Landriani die Luft in den Gebirgen bey Pisa immer reiner gefunden, je höher er hinaufstieg, dagegen um den Vesuv immer schlechter, je näher er dem Krater kam; auch fand er bey den pontinischen Sümpfen, beym Sirocco, in der Hundsgrotte u. s. f. die Luft von schlechter Beschaffenheit. Nachdem er seine Reise vollendet hatte, schenkte er dieses Instrument dem D. Priestley.

Auch

Auch Ingenhouß gab ſich um eben dieſe Zeit Mühe, das Werkzeug zur Beſtimmung der Luftgüte zu verbeſſern. Er beſchrieb zwey neue Einrichtungen dieſer Art in einem Briefe an Pringle, welcher im Jahre 1776. der königl. Societät der Wiſſenſchaften zu London vorgeleſen, und in ihre Schriften aufgenommen wurde z). Das eine Werkzeug hat folgende Einrichtung: eine kupferne Röhre beſitzt zwey Hähne, an deren einem Ende eine Flaſche von Federharz ſich befindet, das andere Ende aber in eine Glasflaſche eingeſchraubt werden kann. Von der Mitte dieſer kupfernen Röhre geht eine andere rechtwinklich umgebogene kupferne Röhre herab, die einen Hahn beſitzt, und endigt ſich in eine Glasröhre von 2 bis 3 Fuß Länge, welche in 100 gleiche Theile abgetheilt iſt. Dieſen Apparat gebrauchte Ingenhouß auf dieſe Art: er goß $\frac{1}{2}$ Loth verdünnte Salpeterſäure auf 1 Quentchen Eiſenfeil in die Glasflaſche, woraus ſich das Salpetergas entwickelte; hierauf druckte er die Flaſche von Federharz, welche atmoſphäriſche Luft enthielt, zuſammen, um beyde Luftarten in der kupfernen Röhre mit einander zu vermiſchen. Nachdem ſich nun das Eiſen aufgelößt hatte, ſo verſchloß er die Hähne in der kupfernen Röhre, und brachte die gläſerne in gleiche Theile abgetheilte Röhre in Queckſilber. Hierauf öffnete er nun den unterhalb der Federharzflaſche und den an der gebogenen Röhre befindlichen Hahn, wodurch das Queckſilber durch den äußern Druck der Atmoſphäre in die gläſerne Röhre hinauf ſtieg, und die Verminderung des Volumens an der Theilung anzeigte. Dieſen Apparat verwarf aber Ingenhouß ſelbſt wieder, indem die entwickelten Salpe-

z) Philoſ. Tranſact. Vol. LXVI. p. 257.

Salpeterdämpfe das Kupfer auflößten, und das ganze Verfahren selbst falsche Resultate hervorbringen mußte.

Das andere von Ingenhouß angegebene Werkzeug hatte folgende Einrichtung: eine im Durchmesser $\frac{1}{12}$ Parisi. Zoll und $2\frac{1}{2}$ Fuß lange, an beyden Seiten offene Glasröhre ward in 100 gleiche Theile abgetheilt. Diese Röhre brachte er über ein mit Eisenfeil und Scheidewasser angefülltes Fläschchen, um es mit Salpetergas zu füllen; hierauf hielt er beyde Oeffnungen der Röhre mit den Daumen zu, brachte die untere Oeffnung in ein Gefäß mit Queckſilber, und ließ durch die Oeffnung der Röhre an beyden Seiten 1 Zoll hoch Queckſilber hineintreten. Hiernächst verschloß er die Röhre wieder, und brachte sie verschlossen in eine horizontale Lage, in welcher er durch abwechselndes Oeffnen und Verschließen die darin befindliche kleine Queckſilbersäule bis in die Mitte laufen ließ, wobey dieselbe aus dem einen Ende gerade so viel Salpetergas austreibt, als durch das andere Ende atmosphärische Luft hineingelassen wird. Wenn nun das Queckſilber sich in der Mitte der Röhre befand, so schüttelte er die Röhre mit verschlossenen Oeffnungen hin und her, welches vorzüglich zur leichtern Vermischung beyder Luftarten beytrug. Zuletzt brachte er die untere Oeffnung der Röhre wieder in das Gefäß mit Queckſilber, und öffnete das untere Ende, indem er das obere noch verschlossen hielt. Da nun hierdurch die Vermischung beyder Luftarten eine Verminderung des Volumens hervorgebracht hatte, so mußte natürlich das Queckſilber in der Röhre aufsteigen, und dadurch die Verminderung des Volumens anzeigen. Allein auch von dieser Methode ist Ingenhouß wieder abgegangen.

Im Jahre 1777. beſchrieb Herr von Magellan [a]) drey neue Eudiometer, welche ſehr zuſammengeſetzt waren. Man findet ſie vollſtändig beſchrieben und abgebildet beym Cavallo [b]). Das erſtere hat folgende Einrichtung: eine durchaus gleich weite und 12 bis 15 Zoll lange gläſerne Röhre (fig. 25.) ab iſt oben mit einem eingeriebenen Stöpſel a verſehen; an dem untern Ende aber iſt ein Gefäß cf recht paſſend eingeſchliffen, welches noch zwey andere Oeffnungen beſitzt, in welche ebenfalls kleine Phiolen d und e paſſend eingeſchliffen ſind. Der innere Raum beyder Phiolen zuſammengenommen muß ohngefähr dem der Röhre ab gleich ſeyn. Der meſſingene Ring g läßt ſich an der Röhre hin und herſchieben, und mittelſt einer Stellſchraube allenthalben befeſtigen. Außerdem iſt nun noch ein hölzernes oder meſſingenes Lineal in gleiche Theile abgetheilt, welches durch ein Paar meſſingene halbe Ringe an die Röhre ab feſt gemacht werden kann. Wenn man dieſen beſchriebenen Apparat gebrauchen will, ſo wird der Stöpſel a abgenommen, und das ganze Inſtrument unters Waſſer in die Wanne gebracht, ſo daß ſich das Gefäß cf, die beyden Phiolen d und e, und die Glasröhre ab ganz mit Waſſer anfüllen, da es ſodann mit dem Stöpſel a wieder verſchloſſen wird. Den untern Theil des Inſtruments läßt man etwa bis zur Hälfte der Röhre im

a) Deſcription of a glas-apparatus &c. together with the deſcription of ſome new Eudiometers &c. Lond. 1777. 8. Beſchreibung eines Glasgeräths, vermittelſt deſſen man mineraliſches Waſſer in kurzer Zeit ꝛc. machen kann, wie auch einiger Eudiometer ꝛc. Aus d. Engl. mit Zuſätzen von Wenzel. Dresd. 1780. S. 24.

b) Abhandlung über die Eigenſchaften der Luft. A. d. Engl. Leipz. 1783. 8. Taf. II. fig. 22. 23. 24.

im Wasser, nimmt hierauf eine von den beyden Phiolen d und e ab, füllt sie mit der zu prüfenden Luft, und bringt sie wieder an ihre gehörige Stelle; eben so wird auch die andere mit Salpetergas gefüllt, und gleichfalls wieder an den gehörigen Ort gebracht. Hiernächst wird das Instrument aus dem Wasser herausgenommen, und das Gefäß cf so herumgedreht, daß die beyden Phiolen d und e zu unterst und der Bauch cf zu oberst kommen, wodurch die beyden Luftarten, die in beyden Phiolen enthalten sind, über die Wasserfläche in den Bauch cf treten, sich daselbst mit einander vermischen, und die Verminderung des Volumens bewirken. Sobald man das Gefäß cf herumgedreht hat, muß das Instrument wieder bis an die Mitte der Röhre ins Wasser getaucht, und der Stöpsel a oben weggenommen werden. Wenn nun auf beschriebene Weise die Verminderung des Luftvolumens erfolgt ist, so wird natürlich das Wasser in der Röhre ab herabfallen. Hatte aber die Verminderung des Luftvolumens den höchsten Grad erreicht, so glaubte Magellan wahrgenommen zu haben, daß alsdann das Volumen wieder ein wenig zunehme, und deßwegen gebrauchte er den messingenen Ring mit der Stellschraube, um den Punkt, wo die Wasserfläche still gestanden hatte, genau zu bezeichnen; allein dieses Vorgeben hat sich nicht bestätigt gefunden. Sobald nun die Verminderung des Luftvolumens völlig aufgehört hat, so füllt er die Röhre ab mit Wasser wieder voll, verschließt sie mit dem Stöpsel a, und wendet sie so, daß nun die verminderte Luft aus dem Gefäße in die Röhre hinaufsteigen kann. Nun nimmt er das Gefäß cf ab, bringt die Röhre so weit ins Wasser, bis die Wasserfläche in der Röhre mit der äußern zusammenfällt, und mißt sodann an dem Li-

neale das Volumen der beyden Luftarten ab. Auf dem Lineale iſt nun bemerkt, wie viel Theile mit den beyden innern Räumen der Phiolen d und e zuſammengehören. Geſetzt alſo, die beyden Räume wären dem Raume der Röhre ſelbſt genau gleich, d. h. beyde Luftarten würden in der Röhre zuſammengenommen die 100 gleichen Theile betragen, oder ihre Räume würden mit den 100 Theilen der Röhre zuſammengehören, ſo ließe ſich nun auch die Größe der Verminderung der vermiſchten Luftmaſſe nach Magellan leicht beſtimmen. Nähmen nämlich die beyden Luftarten in der Vermiſchung nur noch 50 Theile ein, ſo wären 50 Theile verloren gegangen, und es wäre nun nach Magellan der Grad der Salubrität der atmoſphäriſchen Luft $= \frac{50}{100} = \frac{1}{2}$ u. ſ. f.

Die übrigen beyden von Magellan angegebenen Eudiometer ſind eben ſo wie dieſes beſchriebene zuſammengeſetzt, und gar nicht weiter in Gebrauch gekommen.

Nachher ſind noch eine ſehr große Menge von dergleichen Werkzeugen angegeben worden, welche ſich alle von der erſten einfachſten und daher auch beſten Einrichtung zu weit entfernt haben, und welche hier zu beſchreiben zu weitläuftig ſeyn würde. Dergleichen haben beſchrieben: Achard [c], Gerardin [d], Steg-

c) Sur la meſure de la ſalubrité de l'air, renfermant la deſcription de deux nouveaux Eudiomètres in den nouv. mémoir. de Pruſſe 1778. Tab. V. fig 1. 2. Ueber das Maaß der Reinigkeit der Luft, nebſt der Beſchreibung zweyer neuer Eudiometer, in Achard's Sammlung phyſ. und chemiſcher Abhandlung. B. I. Berlin 1784. S. 317.

d) *Rozier* journal de phyſique. Mars 1778.

Stegmann e), Cavendish f), Sennebier g) und andere.

White h) gebrauchte zu seinen Beobachtungen über die Salubrität der Luft zu York eine gemeine Barometerröhre, welche eine solche Weite hatte, daß etwa 1 Unzenmaaß voll Luft 134 Decimaltheile eines englischen Zolls darin einnahm. In diese Röhre brachte er unter dem Wasser vermittelst gläserner Trichter 1 Unzenglas voll Luft hinein, that gleich ein halbes Unzenglas voll Salpetergas hinzu, und bemerkte den Raum, welchen beyde Luftarten im ersten Augenblicke einnahmen, aber auch den, welchen sie nach $\frac{1}{2}$ Stunde noch einnahmen. Der letztere von dem erstern abgezogen gab die Verminderung des Luftvolumens an, und bestimmte die Reinigkeit der Luft.

Herr de Saussüre i) bediente sich auf seinen Reisen durch die Alpen zu dieser Absicht einer gläsernen Flasche, welche einen eingeriebenen Stöpsel hatte, nebst einem kleinen Gläschen oder Maaße, welches etwa

e) Beschreibung eines Luftmessers der gesunden und ungesunden Luft. Cassel 1778. 8.

f) Philosoph. Transact. Vol. LXXIII. P. I. im Gothaisch. Magaz. B. II. St. 3. S. 151.

g) Mémoires physico-chymiques sur l'influence de la lumière solaire pour modifier les êtres des trois regnes de la nature. à Geneve 1782. 8. Tab. I. fig. 2. Tab. II. fig. 3.

h) Philosoph. Transact. Vol. LXVIII. P. I. n. 13. übers. in den Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte. B. 2. St. 4. S. 412.

i) Reise durch die Alpen. Aus d. Franz. Leipz. 1781. 8. Th. II. §. 578.

etwa $\frac{1}{3}$ der Flasche hielt, und einer kleinen Wage. Dieser ganze Apparat war so eingerichtet, daß er in ein Kästchen gepackt, und leicht auf Reisen mitgenommen werden konnte. Zuerst wiegt de Saussüre die mit Wasser angefüllte Flasche, und läßt hierauf unter dem Wasser durch einen Trichter 2 Maaß atmosphärische Luft und 1 Maaß Salpetergas hinein. Sobald sich diese beyden Luftarten mit einander vermischen, und die Größe des Volumens vermindern, so dringt das Wasser in die Flasche. Nun verschließt er die Flasche unter dem Wasser, schüttelt sie, öffnet sie wieder, damit etwa neues Wasser hineindringen könne, und wiederholt dieses Verfahren jederzeit dreymal. Zuletzt wird diese Flasche zugestopft, ganz rein abgetrocknet und wieder gewogen. Wenn nun dieß letztere Gewicht von dem erstern abgezogen wird, so gibt der Rest das Gewicht der Wassermenge an, welche den Raum der vermischten und verminderten Luftmasse ausfüllt, und ist folglich desto größer, je geringer die Verminderung ist, oder je weniger Lebensluft die atmosphärische Luft enthält.

Da aber alle diese Eudiometer wenig zuverlässige und übereinstimmende Resultate gaben, so ging man wieder auf die erste und einfachste Erfindung zurück, welche bloß einige Verbesserungen von Fontana, Cavallo, Ingenhouß und Luz erhielt. Die Verbesserung, welche Fontana anbrachte, ist mit dessen Genehmigung von Ingenhouß [k]) beschrieben worden. Dieß Priestley'sche von Fontana verbesserte Eudiometer besteht aus zwey Stücken, dem großen und kleinen Maaße. Das große Maaß ist eine 14 bis 20 Zoll

k) Versuche mit Pflanzen ꝛc. Aus d. Engl. Leipz. 1780. 8.

Zoll lange Glasröhre, welche vollkommen cylindrisch ist, und im Durchmesser $\frac{1}{2}$ Zoll hat. Sie ist durch gemachte Einschnitte ins Glas in gleiche 3 Zoll lange Theile eingetheilt, wovon ein jeder Theil wieder in 100 Theile abgetheilt werden kann, die jedoch nicht selbst aufs Glas getragen, sondern auf eine eigene an der Röhre bewegliche Skale eingeschnitten sind. Diese Skale besteht aus zwey gleich langen Stäben von Messing, welche unten und oben an messingene Ringe gelöthet sind. Uebrigens ist die Röhre (fig. 26.) ab selbst unten bey cd kegelförmig ausgearbeitet. Das kleine Maaß (fig. 27.) ist eine kleine Phiole g, welche genau so viel Raum einnimmt, als eine Eintheilung von 3 Zoll des großen Maaßes. Diese Phiole paßt mit ihrer Oeffnung in eine messingene kurze trichterförmige Röhre h, durch deren Mitte ein Schieber k vor die Oeffnung der Phiole g geht. Vermittelst dieses Schiebers wird die in der Phiole befindliche Luft von der überflüssigen der konischen Hölung h abgesondert. Wenn man nun diese Phiole unter Wasser bringt, und sie darin umkehrt, so wird auch diese überflüssige Luft weggeschaft. Auf diese Art ist also beständig eine gleiche Menge Luft in der Phiole eingeschlossen. Um nun dieses zweyte Maaß mit einer Luftart anzufüllen, wird es zuerst mit Wasser voll gemacht, und nun mit der Oeffnung nach aufgemachtem Schieber auf den Trichter der mit Wasser angefüllten Wanne des pnevmatisch chemischen Apparats gebracht. Hiernächst wird die Luftart im Wasser durch den Trichter in die Phiole gelassen, diese durch den Schieber verschlossen, und im Wasser umgekehrt, damit die überflüssige im konischen Theile h befindliche Luft herausgehe. Auf diese Weise wird man nun eine bestimmte Quantität von dieser Luftart in dem kleinen Maaße

haben. Um nun diese in das große Maaß zu leiten, muß dieses ebenfalls mit Wasser angefüllt werden; hierauf hält man es umgekehrt ins Wasser, bringt das kleine Maaß umgekehrt mit dem konischen Theile h unter die Oeffnung b, macht die Schieber auf, und läßt die Luft aus der Phiole in das große Maaß übergehen. Auf diese Weise bringt man zuerst in das große Maaß 2 kleine Maaß von der zu prüfenden Luft, und thut alsdann ein kleines Maaß Salpetergas hinzu. Sobald dieses verrichtet ist, so wird das große Maaß vom Brete der Wanne weggenommen, und im Wasser stark geschüttelt, darauf in einen mit Wasser gefüllten messingenen Cylinder (fig. 28.) rrrr gebracht, so daß die Wasserfläche im großen Maaße mit der äußern im Cylinder zusammenfällt, und in selbigem 1 bis 2 Minuten in der senkrechten Stellung ganz ruhig stehen gelassen, damit das Wasser ablaufen könne. Nun wird die Skale am großen Maaße so verschoben, daß ihr unteres Ende, oder die Null, mit der Wasserfläche im großen Maaße gleich steht, wobey zugleich die Zahl an der Skale mit der dazu gehörigen Hauptabtheilung am Glase des großen Maaßes bemerkt wird. Nun läßt man von neuem ein kleines Maaß Salpetergas hinzu, schüttelt das große Maaß unterm Wasser wie vorher, läßt es abermals im messingenen Wasserbehälter 1 bis 2 Minuten ruhig stehen, stellt die Skale gehörig, und bemerkt auch hier die Zahl derselben. Zuletzt läßt man noch ein drittes kleines Maaß Salpetergas hinzu mit demselben eben angegebenen Verfahren. Diese 3 Maaß Salpetergas sind nun hinlänglich, um 2 Maaß atmosphärische Luft gänzlich zu zersetzen. Nach Beendigung dieser Operation werden die bemerkten Zahlen der Skale mit den bis an das obere Ende des großen Maaßes noch übrig

bleibenden Hauptabtheilungen von den in das große Maaß gelassenen kleinen Maaßen, jedes für 100 gerechnet, abgezogen; der Rest gibt alsdann die Verminderung des Luftvolumens. Wenn z. B. nach diesem beschriebenen Versuche eine Hauptabtheilung des großen Maaßes bey der Zahl 12 der großen Skale gestanden hätte, und es wären bis an das obere Ende noch 2 Hauptabtheilungen übrig gewesen, so hätte das zurückgebliebene Volumen 212 Theile betragen; diese nun von 500, als dem Volumen der 5 kleinen Maaße zusammengenommen, subtrahirt, gibt die Verminderung des vermischten Luftvolumens = 288 Theile. Man sieht wohl, daß es bey dieser Operation vorzüglich auf eine hinlängliche Uebung ankomme, wenn man gleichförmige Resultate erhalten will.

Cavallo [1]) suchte diese ganze Einrichtung dadurch noch einfacher zu machen, daß er den messingenen Wasserbehälter ganz wegließ, und dagegen am obern verschlossenen Ende des großen Maaßes entweder einen Ring oder eine Schleife anbrachte, womit es an einem messingenen Haken der pnevmatischen Wanne aufgehangen werden konnte. Auf der Skale zählt er die Hundertheile an dem einen Stabe vom obern Ringe herab, und an dem andern von unten hinauf. Bey dem Versuche selbst läßt er 2 kleine Maaße atmosphärische Luft, und 1 Maaß Salpetergas in das große Maaß, schüttelt es hierauf 15 Sekunden lang im Wasser der pnevmatischen Wanne, und hängt es an dem Haken so auf, daß die Wasserfläche in dem großen Maaße etwa 2 Zoll über der Wasserfläche in dem

1) Abhandlung über die Eigenschaften der Luft. S. 112.

dem großen Maaße zuſammenfällt, und bemerkt alsdann, welche Theilung mit einem Striche am großen Maaße gleich ſteht. Man nehme z. B. an, der 44ſte Theilungsſtrich der Skale von oben herabgerechnet treffe mit dem 2ten Striche am großen Maaße zuſammen, ſo ſchreibt er dafür II, I; 2,44, d. h. 2 Maaß atmoſphäriſche Luft, und 1 Maaß Salpetergas ſind durch die Vermiſchung auf 2,44 Maaß zurückgebracht worden. Hierauf läßt er ein 2tes Maaß Salpetergas hinzu, und verfährt damit eben ſo, wie bereits angezeigt worden iſt; fiele hierbey z. B. der 24ſte Theilſtrich der Skale mit der dritten Hauptabtheilung am großen Maaße zuſammen, ſo bezeichnet er dieß nun II, II; 3,24. Die andere Abtheilung der Skale, die von unten hinauf gerechnet wird, gebraucht er in dem Falle, wenn es nicht angeht, daß man den untern Ring der Skale an die Waſſerfläche bringen kann, und man folglich den obern Ring daran bringen und von oben herab zählen muß.

Dieß nämliche Werkzeug gebraucht auch Ingenhouß, miſcht aber dabey nur 1 Maaß von jeder Luftart zuſammen. Das kleine Maaß hält er unter dem Waſſer bey dem Schieber 15 Sekunden lang, damit es die Temperatur des Waſſers annehme, und von der Hand nicht erwärmt werde. Das Salpetergas bereitet er ſtets von neuem aus Kupfer. Wenn dieſes nun in das große Maaß geleitet worden iſt, ſo ſchüttelt er es 30 Sekunden lang unter dem Waſſer, und bringt es nachher in den meſſingenen Waſſerbehälter rrrr. Dieſen ganzen Apparat läßt er nun ſo eine Minute lang in der Wanne ſtehen, und gießt beſtändig Waſſer darüber, damit das große Maaß eben die Temperatur erhalte, welche das Waſſer in der Wanne hat.

hat. Endlich schiebt er die Null der Skale auf das äußerste Ende der Wassersäule im großen Maaße, und gibt acht, wie viele Theile von 2 kleinen Maaßen oder von 200 Theilen der Skale übrig geblieben sind.

Luz [m]) hat an der Einrichtung dieses Eudiometers keine wesentliche Veränderung vorgenommen, sondern bloß, wie Cavallo gethan hatte, den messingenen Wasserbehälter weggelassen. Er hängt nämlich, wie Cavallo, das Eudiometer an einem Haken der Wanne auf. Auch bleibt nach Luz's Vorschriften die Skale fest und unbeweglich, erstreckt sich aber über 3 Hauptabtheilungen des großen Maaßes; eine jede von diesen Abtheilungen wird aber durch ein hineingelassenes Maaß Luft besonders bestimmt, und in 100 Theile eingetheilt, so daß 300 Unterabtheilungen auf die Skale kommen. Das Verfahren, welches dabey zu beobachten ist, beschreibt er ganz genau, und gibt diese Bezeichnungsart an:

a. 200, b. 200, c. 204.

d. h. 2 Maaß atmosphärische Luft und 2 Maaß Salpetergas nehmen vermischt 204 Theile der Skale, oder 2,04 Maaß Raum ein. Die Verminderung des Luftvolumens ist $d = a + b - c$ oder 196 Theile.

Seitdem sind noch von Wilke [n]) zwey andere Einrichtungen, und vom Hrn. Späth [o]) in Altorf eine

m) Anweisung das Eudiometer des Fontana zu verfertigen, und zum Gebrauche bequemer zu machen. Nürnb. und Leipz. 1784. 8.

n) Neue Schwed. Abhandl. B. IV. 1785. auch im Gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. III. St. 4. S. 106. u. f.

o) Gren's Journal der Physik. B. III. S. 179. f.

eine veränderte Einrichtung des Priestley'schen Eudiometers angegeben worden.

Bey aller nur möglichen Vorsicht, welche man beym Gebrauche des Eudiometers anwendet, ist es doch wegen verschiedener beständig eintretender Umstände ganz unmöglich, richtige Resultate zu erwarten, und Lichtenberg p) sagt, daß es uns nicht sowohl an Schriften über das Eudiometer und an Eudiometern fehle, als an einer eigentlichen Eudiometrie. Wegen dieser Irrthümer, welche durch Anwendung des Salpetergas so leicht vorfallen können, hat man andere Einrichtungen von Eudiometern angegeben, welche aber auf ganz andern Gründen beruhen.

Scheele q) nimmt ein Gemenge aus 1 Theile fein gepulverten Schwefel mit 2 Theilen ungerosteten Eisenfeil, welches mit Wasser befeuchtet, und in einem verstopften Glase schon eine Zeitlang aufbewahrt ist. Beym Versuche wird dieß Gemische in eine Schaale gethan, und auf ein Fußgestelle gesetzt, das unter einem mit atmosphärischer Luft gefüllten und mit Wasser gesperrten Glascylinder sich befindet. Dieß Gemenge wird sich bald zu erhitzen anfangen, und die Luft im Glascylinder vermindern; ist nun das Gemenge in gehöriger Quantität da, so wird dadurch alle Lebensluft, welche in der atmosphärischen Luft enthalten ist, zersetzt, und der Ueberrest ist Stickgas. Hat man also vorher die Luft im Cylinder gehörig abgemes-

p) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre. 6te Aufl. S. 212.

q) *Rozier* journal de physique, Janv. 1781. deutsch in Leonhardi Uebersetzung von Scheele's chemisch. Abhandl. von Luft und Feuer. Leipz. 1782. S. 269.

gemessen, so gibt auch der übrigbleibende Theil des Stickgas an, wie viel die ihm beygemischt gewesene Lebensluft betrug. Allein auch bey dieser Methode bleibt noch sehr viel Unsicheres übrig, indem sich entzündbares Gas aus dem verwitternden Gemenge entbinden kann.

Herr D. Ackermann [r]) that den Vorschlag, die Salubrität der atmosphärischen Luft durch das stärkere oder schwächere Verbrennen des Weingeistes innerhalb einer gegebenen Zeit zu finden. Um die Menge des verbrennenden Weingeistes zu erforschen, gebraucht er eine sehr empfindliche Wage mit einem Gradbogen, auf welche er das Gefäß mit dem Weingeiste vor dem Versuche ins Gleichgewicht bringt. Ackermann hat zwar hierüber selbst keine Versuche angestellt; allein Scherer [s]) führt verschiedene an, welche aber alle unter gleichen Umständen ganz verschieden von einander ausgefallen sind. Daraus schließt Scherer, daß in Rücksicht des Weingeistes, des veränderlichen Drucks und der Temperatur der Atmosphäre, imgleichen ihrer feuchten und trockenen Beschaffenheit, so viele Schwierigkeiten bey dieser Methode eintreten, daß man sich nicht sicher werde darauf verlassen können.

Auch hat man sich des Verbrennens des Phosphors zu dem Zwecke, die Quantität der Lebensluft in einem bestimmten Raume von atmosphärischer Luft zu fin-

r) Versuch über die Prüfung der Luftgüte. Leipz. 1791. 8.

s) Bemerkungen über die Prüfung der Luftgüte mittelst des brennenden Weingeistes, in den Sammlungen physikalischer Aufsätze von einer Gesellschaft böhmischer Naturforscher. Herausgegeben von D. Joh. Mayer. B. II. Dresd. 1792. 8. N. 16.

finden, bedient. Hierauf hat Seguin t) in Verbindung mit Lavoisier ein Eudiometer von dieser Einrichtung gegründet: es wird eine Röhre von Krystallglas, von 7 bis 8 Zoll Höhe und etwa 1 Zoll im Durchmesser, am obern Ende verschlossen, hierauf mit Queckſilber gefüllt, und in ein Gefäß mit Queckſilber gestellt. Durch dasselbe läßt man ein kleines Stück Phosphor, welches specifisch leichter als Queckſilber ist, hinaufstreten, und welches mittelst einer glühenden Kohle, die man von außen an die gläserne Röhre, ohne sie zu berühren, bringt, geschmolzen wird. Alsdann läßt man kleine Theile von der zu prüfenden Luft, die man vorher in einem graduirten Glase sorgfältig gemessen hat, in der Glasröhre in die Höhe steigen. Wenn nun genug Phosphor vorhanden ist, so wird die zu prüfende Luft gänzlich zersetzt; den rückständigen Theil der Luft bringt man in ein kleines graduirtes Glas zur Messung; der Unterschied des Volumens vor und nach dem Versuche wird alsdann die Quantität von Lebensluft anzeigen, welche die bestimmte Quantität atmosphärischer Luft enthielt.

Giobert u) hat ebenfalls ein Eudiometer mit Phosphor beschrieben, das er zur Untersuchung der Luft in den Bädern zu Vaudier und in Turin gebrauchte. Der rückständige Theil der Luft nach der Verbrennung des Phosphors bestand aus Stickgas und etwas kohlengesäuertem Gas; um nun die Menge des letztern zu entdecken, brachte er den rückständigen Theil

t) Annales de chimie. T. IX. à Paris 1791. 8. p. 239. sq. in Gren's Journal der Physik. B. VI. S. 148. f.

u) Des eaux sulphureuses et thermales de Vaudier. Turin 1793. 8. p. 64.

Theil in Berührung mit Kalkwasser, und bemerkte die Verminderung desselben. Auf diese Weise fand Giobert das Verhältniß der Lebensluft, des Stickgas und des kohlengesäuerten Gas zu Turin wie 27, 71, 2, im Bade zu Vaudier wie 25, 72, 3, in einem Käsegewölbe wie 24, 70, 6.

Auch Herr Reboul x) gründet ein Eudiometer auf das Verbrennen des Phosphors, indem er eine starke Verwandtschaft zur Basis der Lebensluft habe, sein Verbrennen leicht von statten gehe, und dabey doch kein luftförmiges Produkt liefere. Die Einrichtung des Eudiometers ist folgende: an das Ende einer gehörig calibrirten Glasröhre, deren Durchmesser im Lichten wenigstens $2\frac{1}{2}$ bis 3 Linien, und welche etwa 5 bis 6 Zoll lang ist, läßt man eine Kugel blasen, deren Inhalt etwas größer als 2 mal, und etwas kleiner als 3 mal der Inhalt der Röhre ist. Den ganzen Inhalt dieses Instruments theilt man in 4 gleiche Theile ein, mißt alsdann die Länge des Theils an der Röhre, welcher den 4ten Theil des ganzen Inhalts begreift, und verzeichnet eine Skale, welche diesen Raum in 25 Theile theilt. Jeder dieser Grade ist folglich $\frac{1}{25}$ des 4ten Theils des Inhalts des Instruments, und also $\frac{1}{100}$ des ganzen Inhalts. Sollte die Graduirung 1000 Theile zeigen, so kann man den ganzen Inhalt des Instruments in 5 gleiche Theile theilen, und das eine Fünftel wieder in 100 Grade, wo denn ein jeder Grad $\frac{1}{500} = 0{,}002$ vorstellen wird. Die auf Papier gezeichnete Skale klebt man ganz genau mit etwas arabischem Gummi auf das Glas; sie muß

x) Description d'un Eudiomètre atmosphèrique in den annales de chemie. T. XIII. p. 38. sq. in Gren's neuem Journal der Physik. B. I. S. 374. f.

muß ſich über 25 Grade erſtrecken, braucht aber nicht über 30 Grade des ganzen Inhalts zu gehen. In dieſen kleinen graduirten Kolben muß man nun eine beſtimmte Menge Luft mit einem Stückchen Phosphor hermetiſch verſchließen und darin verbrennen können, ohne daß die mindeſte Luft während des Verbrennens verloren gehen, oder nach dem Verbrennen von außen hineintreten könne. Zu dieſem Zwecke iſt an das Ende des Halſes dieſes Kölbchens eine eiſerne cylindriſche Röhre, welche etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll lang iſt, angekittet. An dem einen Ende iſt ſie mit einer Mutterſchraube verſehen, deren Schraubengang wenigſtens $\frac{1}{4}$ Linie tief iſt, und ſie erſtreckt ſich etwa 3 Linien herab. Dieſe Oeffnung wird vermittelſt einer ſehr kurzen Schraube verſchloſſen, deren Kopf viereckig und noch mit einigen Scheiben von Leder bedeckt iſt. Nach Gren's Bemerkung iſt es zur Genauigkeit des Werkzeuges nöthig, den Inhalt der eiſernen Röhre, wenn ſie durch die Schraube verſchloſſen iſt, mit in Anſchlag auf die Skale zu bringen; man müßte denn den Inbegriff des zum Verbrennen angewandten Phosphors dafür annehmen können. Um die Quantität der Lebensluft zu beſtimmen, die in jedem Verſuche verſchluckt wird, fehlt weiter nichts, als das Eudiometer zu öffnen, während ſeine Mündung in irgend einer Flüſſigkeit ſteht, die in den Hals aufſteigen und den Raum der vom Phosphor verſchluckten Luft erſetzen könne. Reboul zieht jeder andern Flüſſigkeit das Queckſilber vor, und bedient ſich eines cylindriſchen Gefäßes oder Etui's von dichtem Holze, das bis zu einer Tiefe von etwa 5 Zoll eine viereckte Höhlung hat, worin der viereckte Kopf der Schraube ohne merkliches Reiben gut paßt. Dieſe viereckte Höhlung wird beynahe ganz mit Queckſilber angefüllt, und

darauf

darauf das Ende des Eudiometers hineingestellt, nachdem das Verbrennen völlig vorüber, und alles wieder abgekühlt ist. Das Queckſilber tritt nun ſogleich in der Röhre in die Höhe. Man muß dann das Eudiometer in das Queckſilbergefäß tiefer eintauchen, und Sorge tragen, daß die Flüſſigkeit in der Röhre in einerley wagrechten Ebene ſtehe. Die Skale zeigt nun zugleich die Menge der verſchluckten Lebensluft an, indem dieſe Menge genau durch das Volumen des Queckſilbers, das in den Kolben getreten iſt, angegeben wird. Zuletzt führt Reboul an, daß er dieſes Inſtrument in ſeiner Conſtruktion noch einfacher, und zur Unterſuchung aller luftförmigen Flüſſigkeiten, welche einen Antheil von Lebensluft enthalten, anwendbar zu machen geſucht habe. Man blaſe nämlich eine Kugel an eine ganz kurze, aber weitere Glasröhre, laſſe die Skale ganz weg, und erforſche die Quantität der zerſetzten Lebensluft durch das Abwiegen des in das Eudiometer getretenen Queckſilbers.

Auch Gren empfahl das allmählige und langſame Verbrennen des Phosphors, oder ſein Zerfließen in atmoſphäriſcher Luft, als das vollkommenſte eudiometriſche Mittel, auch den kleinſten Reſt des darin befindlichen Sauerſtoffgas zu zerſetzen. Nach ſeinem Vorſchlage läßt ſich das Eudiometer damit auf folgende Art vorrichten. Man nimmt eine genaue cylindriſche Glasröhre, die an dem einen Ende geſchloſſen, und von dieſem Ende an durch eine Skale in hinlänglich gleiche Theile ihres Inhalts abgetheilt iſt, füllt ſie mit deſtillirtem oder Regenwaſſer voll, läßt in einer Wanne mit Waſſer eine Quantität der zu prüfenden Luft hinaustreten, und bemerkt die Menge dieſer Luft bey beſtimmtem Barometer- und

Thermometerſtande. Dann ſteckt man einige Nadeln durch einen Korkſtöpſel, der einen kleinern Durchmeſſer hat, als die Röhre, befeſtigt auf den hervorragenden Nadelſpitzen reinen und klaren Phosphor, und bringt unten an den Kork einen Zwirnsfaden an. Dieſen Kork bringt man unter die Mündung des Glascylinders, wo er dann im Waſſer deſſelben aufſteigt, und der Phosphor auf demſelben mit der Luft des Cylinders in Berührung kommt; den ganzen Apparat aber in ein ſchickliches Gefäß mit Waſſer, worin er ſtehen bleibt. Der Phosphor zerfließt nun allmählig unter Leuchten; und man kann von Zeit zu Zeit vermittelſt des Fadens den Kork unter das Waſſer ziehen, um die dem Phosphor anhängende Säure abzuſpühlen, und ihn ſo wieder deſto wirkſamer zu machen. Wenn endlich alles Sauerſtoffgas verzehrt, und an dem noch rückſtändigen Phosphor kein Leuchten weiter im Dunkeln wahrzunehmen iſt, dann zieht man den Kork heraus, und beobachtet bey correſpondirendem Barometerdrucke und Wärmegrade die Menge des rückſtändigen Stickgas und des verzehrten Sauerſtoffgas.

Herr Guyton Morveau y) hat ein neueres Eudiometer angegeben, welches ſich auf die Eigenſchaften des Schwefelgewächsalkali (ſulfure de potaſſe) gründet. Dieſe Materie ſchien ihm ein richtigeres Reſultat zu geben, als das Salpetergas, Waſſerſtoffgas, der Phosphor, oder das Gemenge von Schwefel und Eiſen, welche Materien zu dieſem Zwecke bisher allein wären vorgeſchlagen worden. Die Einrichtung dieſes Eudiometers iſt folgende: man nimmt eine kleine gläſerne Retorte (fig. 29.) a b, welche etwa 12 bis 15 Centimetres faßt, und ſieht dahin, daß ſie gehörig

y) Gren's neues Journal der Phyſik. B. III. S. 318.

gehörig gekrümmt sey, damit, wenn der Hals vertikal stehet, die Höhlung des untern Theils des Bauchs die daselbst liegenden Materien gehörig zurückhalte. Das Ende b des Halses dieser Retorte muß matt geschliffen seyn, um in eine gläserne Röhre cd von 20 bis 25 Centimetres Länge genau und luftdicht einzupassen. Auch braucht man ein cylindrisches Gefäß, worin man die Glasröhre ganz untertauchen kann. Hierauf verfertigt man sich Schwefelgewächsalkali (Schwefelleber aus Gewächsalkali), welches man in gehörig kleine Stücke zerbricht, damit sie in die Retorte gebracht werden können. Will man nun mit einer luftförmigen Flüssigkeit Versuche machen, um die darin befindliche respirable Luft abzuscheiden und zu schätzen, so bringt man zwey oder drey Stücke Schwefelleber von der Größe einer Erbse in die Retorte, füllt sie mit Wasser voll, wobey man durch gehörige Neigung derselben alle Luft aus dem Bauche derselben wegschaft, hält ihre Mündung mit dem Finger zu, und bringt sie dann auf das Gesimse der pneumatischen Wanne, um nach der gewöhnlichen Art das zu prüfende Gas hinaufzulassen. Wenn man hierbey die Retorte wiederum gehörig und wechselseitig nach verschiedenen Richtungen neigt, so gelangt man leicht dahin, alles Wasser aus derselben zu schaffen, so daß bloß die Schwefelleber in dem Bauche bleibt. Ist dieß geschehen, so hält man den Retortenhals vertikal, setzt sein geschmirgeltes Ende in die Glasröhre, die man unter der Wasserfläche hält, und nähert eine brennende Kerze der untern Fläche des Bauchs der Retorte. Der erste Eindruck der Hitze dilatirt das Gas, so daß es in die Röhre cd hinabsteigt, die eben darum da ist, um es aufzunehmen, und zu verhindern, daß nicht ein Theil davon verloren gehe,

welches sonst nicht verstatten würde, die Verminderung des Gas mit Genauigkeit zu bestimmen. Sobald aber die Schwefelleber anfängt aufzuwallen, so steigt das Wasser wieder mit Schnelligkeit in die Höhe, und zwar nicht bloß in der untern Röhre, sondern auch bis in den Hals der Retorte, ungeachtet der noch fortdauernden Anbringung oder Vermehrung der Wärme von außen; und wenn die Retorte Lebensluft enthält, so ist die Absorption total. Wenn es atmosphärische Luft ist, so mißt man nach dem Erkalten die Quantität Wasser, welches in die Retorte getreten ist, welche genau die Quantität des absorbirenden Gas angibt. Man muß aber nicht unterlassen, das Rückständige bey demselben Drucke zu sperren, dadurch, daß man die Retorte bis zum Anfang des Gas eintaucht, ehe man die Oeffnung verstopft. Die Operation des Messens, welche mit graduirten Messinggefäßen sehr leicht vollbracht wird, kann auch vermittelst einer auf Papier geschriebenen überfirnißten Skale, die längs dem Halse der Skale aufgeklebt und gehörig durch Ausmessung bestimmt worden ist, verrichtet werden.

Herr von Arnim [k]) hat auf einige Ursachen des Irrthums bey Versuchen mit dem Eudiometer aufmerksam gemacht, auf welche man bisher nicht Rücksicht genommen hatte. Garnerin hatte nämlich von Paris Luft mitgebracht, welche nach des Herrn von Humboldt's Untersuchung 0,008 bis 0,01 kohlensaures Gas und 0,259 Sauerstoffgas enthielt, da er sonst den Antheil von Sauerstoffgas in der atmosphärischen Luft zu Paris = 0,276 fand. Auf diesen großen

k) Gilbert's Annalen der Physik. B. III. S. 91. f.

großen Unterschied in Rücksicht des Sauerstoffgehalts und auf die Menge Kohlensäure macht Herr von Humboldt besonders aufmerksam; allein er vergißt hier, bemerkt Herr von Arnim, wie alle, die sich bisher mit eudiometrischen Untersuchungen beschäftigten, einen Umstand von Wichtigkeit, nämlich die Temperaturverschiedenheit der Luft an dem Orte, wo die Luft eingesammelt worden, und ihre Expansionsverschiedenheit eben daselbst. Hierbey erinnert er an die Prieurschen Versuche a) über die eigenthümliche Ausdehnung der verschiedenen Gasarten bey gleichen Graden der Wärme, und besonders an die ausgezeichnet große Ausdehnung des Stickgas. Das Stickgas hat nach diesen Versuchen im Verhältnisse zu der atmosphärischen Luft, die es mit dem Sauerstoffgas hauptsächlich zusammensetzt, eine größere Ausdehnungsfähigkeit durch die Wärme, als dieses. Im Eudiometer erhalten wir auf verschiedenen Wegen Stickgas, das Sauerstoffgas wird zersetzt; geschieht daher die Untersuchung einer Luftart nicht bey derselben Temperatur, wo sie eingesammelt ist, sondern in einer wärmern, so werden alle Untersuchungen zu viel Stickgas im Verhältnisse zum Sauerstoffgas angeben. Diese Bemerkung ist in mehrerer Rücksicht von Einfluß. Zuerst für die Eudiometrie selbst, nicht etwa bloß wegen der Garnerinschen Luftuntersuchung allein, die in der wärmern Pariser Atmosphäre vorgenommen wurde, sondern überhaupt in Rücksicht aller Eudiometers-Versuche im Winter, die in der warmen Stube angestellt werden. Für die Meteorologie überhaupt ist jene,

a) Journal polytechn. C. II. *Prony* architecture hydraulique. Paris 1796. T. II. p. 152.

jene Bemerkung ebenfalls von Einfluß, indem nach derſelben, wenn anderweitige Umſtände es nicht hinderten, durch erhöhete Temperatur der Atmoſphäre ihr Sauerſtoffgehalt vermindert erſcheinen müßte. Dem Meteorologen bleibe daher zu unterſuchen, durch welchen Prozeß in den entgegengeſetzten Fällen das Sauerſtoffgas vermehrt würde. Der Luftdruck käme bey eudiometriſchen Verſuchen, insbeſondere bey ſolchen, wie die Humboldtſchen über eine Luft, in der das Barometer 4 Zoll niedriger als in Paris ſtand, und wegen der ungleichen Zuſammendrückung der Luftarten durch gleiche drückende Laſten, in Betracht. Zwar hätten wir neue Verſuche, welche dieſe Verſchiedenheit bewieſen, ohne Verſuche zu haben, die dieſen Unterſchied beſtimmten; ſo viel ſey aber gewiß, daß, je nachdem das Stickgas, welches im Eudiometer abgeſchieden werde, im Verhältniſſe zu der atmoſphäriſchen Luft eine größere oder geringere Compreſſibilität der Luft habe, durch den größern Luftdruck zu Paris der Sauerſtoffgehalt größer oder geringer angegeben werde. Die Rechnung des Herrn von Humboldt, nach welcher der mittlere Sauerſtoffgehalt der Luft im December viel geringer als im April ſey, widerſpreche der Meynung einiger Phyſiker, die den größern Reiz der Winterluft auf die Lungen vom größern Sauerſtoffgehalte herleiten. Vielleicht, wenn er nicht irre, werde der Fehleranſchlag für die Eudiometer im Winter ihre Meynung wenigſtens in dieſer Rückſicht rechtfertigen. Auch dem Aſtronomen könne jene Bemerkung über Herrn von Humboldt's Unterſuchung nicht gleichgültig ſeyn, da nach Kramp b) die

b) Analyſe des réfractions aſtronomiques. Leipz. 1799. p. 29.

die beste Tafel über die Strahlenbrechung von Bradley mit der Annahme einer beständigen specifischen Elasticität der Luft in jeder Höhe am besten überstimme, nach der Analyse des Herrn von Humboldt hingegen diese durchaus nicht hätte bestehen können. Da die Orykanthrokometrie mit allem Rechte einen Platz in der Eudiometrie behaupte, so sey es wohl nicht am unrechten Orte, auf einen Versuch aufmerksam zu machen, wodurch die Vermuthung des Herrn von Humboldt, daß es eine übersaure oder vollkommene Kohlensäure gebe, geprüft werden könnte. Man wiege nämlich die Menge von Kalkerde, die aus dem Kalkwasser durch gleiche Volumina von verschiedenen Sorten Kohlensäure niedergeschlagen wird; denn Säuren, die man auf ein gleiches specifisches Gewicht gebracht hat, lassen sich am besten durch die Menge des zu ihrer Sättigung nöthigen Stoffs unterscheiden.

Sollte der Versuch einen Unterschied zeigen, so wäre das Lichtenbergische Verzeichniß der auf Meter oder Messer sich endigenden Nahmen um Einen vermehrt, um einen Kohlensäure-Güte-Prüfungsmesser. Ein nothwendigeres Werkzeug zur Luftprüfung wäre wohl ein Feuchtigkeitsmesser der Luft, da die gewöhnlichen Hygrometer, aller von Saussüre angewandten Bemühungen ungeachtet, dieß nicht leisten könnten. Herrn von Humboldt's Vorschlag, die Flaschen zu erwärmen und dann schnell zu erkälten, leiste, wenn er nicht irre, nicht viel mehr, da auch aus der kältesten Luft durch Entbindung der Gasarten, die des Wassers zu ihrer Darstellung in tropfbar flüssiger Gestalt bedürfen, Wasser abgeschieden werde. Diese Luftarten werde er aber am tauglichsten zu diesem Geschäfte der Wasserabscheidung finden; gleiche Volumina

Bestimmungen. Verordnung vom 12. Februar 1849, die Einführung der Gewerbefreiheit betreffend

der eine gewundene Feder d angebracht ist, welche die Thermometerkugel an die Oeffnung der Röhre c andruckt. Soll die Eudiometerröhre geöffnet werden, so druckt man mit dem Finger an das Metallblättchen k. Der Halter des Thermometers f ist an die Fassung g angelöthet, und die Fassung an die Eudiometerröhre c angekittet und mit einer Hülse h versehen, welche an den Träger des Eudiometers gesteckt, und mittelst einer messingenen Schraube o daran befestigt wird. Dieser Träger l ist in die Hülse m befestigt, welche an das blecherne Gefäß a angelöthet ist.

In einer besondern Flasche wird das Salpetergas aufbewahrt, an deren Hals ein Wasserbehälter von Blech angekittet ist; am Boden dieses Behälters befindet sich eine Röhre, durch welche das Wasser in die Flasche laufen kann. In einer Glasröhre, welche mit der Flasche verbunden ist, ist ein gläserner Hahn genau eingerieben; über diesen Hahn ragt eine Röhre hervor, welche eine gebogene gläserne Röhre aufnimmt.

Außerdem ist hiezu noch eine gebogene Glasröhre nöthig, mittelst deren man die Luft, welche sich unter der Glocke des Eudiometers befindet, bey jedem Versuche aussaugt.

Endlich muß man noch eine eigene Vorrichtung zur Hand haben, mit deren Hülfe man die zu untersuchende Luft in das Maaß p bringt.

Der Gebrauch dieses Eudiometers ist folgender: Nachdem man das Gefäß ab bis zur Hälfte der gläsernen Glocke d mit Wasser angefüllt hat, wird das Eudiometer vom Träger abgenommen, das Thermometer aber heruntergedrückt, und auf die Seite geschoben,

ben, damit das Wasser, welches man in die Glocke gießt, in die Eudiometerröhre laufen kann. Mit demselben Wasser füllt man auch den um die Eudiometerkugel befindlichen Behälter n an, um die Ausdehnung der Luft, welche nachher hineinsteigt, zu verhüten, welches erfolgen müßte, sobald die Temperatur der Zimmerluft oder der atmosphärischen Luft größer ist, als die des im blechernen Gefäße befindlichen Wassers. Hat man darauf das Eudiometer an seinen Träger wieder fest angeschraubt, so wird vermittelst der gebogenen Glasröhre die unter der Glocke d befindliche Luft ausgesogen, da denn das ganze Eudiometer mit Wasser gefüllt, und sogleich zur Untersuchung einer Luftart vorbereitet ist.

Um nun eine Luftart zu prüfen, verfährt man auf folgende Art: Die mit Salpetergas angefüllte Flasche wird neben das Thermometer so hingestellt, daß die gebogene Glasröhre der Flasche mit ihrem spitzen Ende genau unter die kleine Oeffnung des Luftmaaßes p paßt. Nachdem man den gläsernen Hahn der Flasche umgedreht, das blecherne Gefäß mit Wasser angefüllt, und die Röhre des Gefäßes geöffnet hat; so fließt das Wasser aus dem Gefäße in die Flasche, und nöthigt sogleich das Salpetergas, durch die krumme Glasröhre zu entweichen. Auf solche Art sammelt sich die entwickelnde Luft im Maaße p. Das zuerst sich ansammelnde Gas muß man aus dem Maaße wieder herausgehen lassen, weil es größtentheils aus derjenigen Luft besteht, welche bey dem vorhergehenden Versuche in der krummen Röhre zurückgeblieben war. Das Luftmaaß p ist an das Metallstäbchen q befestigt, welches in der Mitte eine horizontale Hülse hat, die auf einen ans Glas gekitteten Stift gesteckt, und

ver-

vermittelst der Schraube r festgeschraubt wird. An dem obern Theile dieses Stäbchens befindet sich die Platte s, wo man anfaßt, wenn man das Luftmaaß nebst seiner ganzen Vorrichtung auf eine andere Stelle schieben will. Das Luftmaaß p selbst hat nicht nur an dem untern, sondern auch an dem obern Theile eine Oeffnung, welche letztere sich genau durch das Glaskegelchen v verschließen läßt. Dieses ist mit dem Stäbchen t verbunden, und kann mittelst desselben in die Höhe und auf die Seite geschoben werden.

Ist das Luftmaaß p auf die beschriebene Art mit Salpetergas angefüllt, so schiebt man es unter die Glocke d, und hebt den kleinen gläsernen Kegel v in die Höhe, worauf das Gas aus dem Wasser in die Glocke übergeht. Nachher füllt man das Luftmaaß mit der zu untersuchenden Luft an. Sobald nun diese Luft unter die Glocke kommt, erfolgt eine Zersetzung, welches man aus der röthlichen Farbe schließen kann. Nachdem die weiße Farbe sich wieder hergestellt hat, wird das Thermometer, welches bisher die Eudiometerröhre c verschloß, weggehoben. Die Luft, als leichterer Körper steigt in die Höhe, und das Wasser fließt herab. Da nun die Eudiometerröhre c in 100 gleiche Theile getheilt ist, so kann man bestimmt behaupten, daß so viele Theile Luft zersetzt worden sind, als Theile von der Eudiometerröhre mit Wasser angefüllt sind. Um aber einen jeden eudiometrischen Versuch so viel als möglich fehlerfrey anzustellen, muß man jedesmal das Eudiometer abschrauben, und in das mit Wasser angefüllte blecherne Gefäß versenken. Alsdann befindet sich die Röhre in derselben Temperatur, als die obere Kugel. Da man nun mit leichter Mühe für eine gleiche Temperatur des Wassers sorgen

kann,

kann, so wird hierdurch das Unrichtige der eudiometrischen Versuche vermieden.

Herr Volta gab einen Apparat an, die Luft mittelst des Wasserstoffgas zu prüfen; allein sein Apparat ist sehr zusammengesetzt, das Wasserstoffgas kann bald mehr bald weniger Kohlenstoff aufgelöst enthalten, und dadurch das Resultat beträchtlich variiren. Ueberdieß kennt man zwar das Gewichtsverhältniß des Sauerstoffs und Wasserstoffs zur Erzeugung des Wassers hinreichend genau, nicht aber das specifische Gewicht dieser beyden Gasarten. Daher kann diese Methode nicht dienen, den Antheil von Sauerstoffgas in den Luftarten zu bestimmen.

Herr von Humboldt glaubte, schwefelsaures Eisen habe die Eigenschaft, das Salpetergas, ohne den diesem Gas gewöhnlich beygemischten Antheil von Stickgas, zu verschlucken, und schlägt es daher als ein Mittel vor, die Reinheit des Salpetergas, dessen man sich zu eudiometrischen Versuchen bedienen will, zu prüfen. Sein Apparat zum Salpetergas-Eudiometer ist folgender: die kleine Flasche sowohl als die Röhre (fig. 31.) sind von Horn. Die Höhe von a bis b beträgt etwas über 2 Zoll, bey cd ist eine Schraube, welche in gh eingeschraubt werden kann. Die Röhre fe ist bey f ebenfalls zum Herausziehen, und dann lassen sich in den kleinsten pnevmatischen Wannen die Versuche anstellen.

Berthollet [d]) aber behauptet gegen Herrn von Humboldt, das Salpetergas werde vom schwe-

d) Bulletin des scienc. pour la societé philomatique. Paris. an 8. N. 40. p. 125.

schwefelsauren Eisen nicht bloß verschluckt, sondern auch zersetzt, wobey sich ein Theil des Sauerstoffs entbinde und mit dem dem Salpetergas beygemischten Stickstoff vereinige, und so ebenfalls verschluckt werde. Dieselbe Zersetzung bewirke auch das Wasser, das Queckſilber, liquides Kali und liquides Wasserstoff-Schwefelalkali, und diese Zersetzung des Salpetergas sey mehr oder weniger vollständig, je nachdem die Flüssigkeit, welche mit dem Salpetergas in Berührung sey, mehr oder weniger mit salpetriger Säure verwandte Stoffe in sich enthalte, zu deren Bildung sie alsdann mitwirken, und mit der sie salpetersaure Verbindungen eingehen. In der Zersetzung des Salpetergas durch Wasser bilde sich weniger salpetersaures Ammoniak und mehr unvollkommene Salpetersäure, als Herr von Humboldt geglaubt habe. Denn es bilde sich sehr viel mehr Säure, als es im Verhältnisse des erzeugten Ammoniaks der Fall seyn könnte. Auch sey die Zersetzung des Salpetergas um so schwerer, je weiter sie vorgerückt sey, und auch je weniger Sauerstoff das Gas enthalte. Bertholle t schreibt die Verschiedenheit, welche sich im Salpetergas findet, dem verschiedenen Verhältnisse zu, worin es Sauerstoff und Stickstoff chemisch mit einander verbunden enthalte, und zweifelt, daß sie bloß beygemengtem Stickstoffe zuzuschreiben sey.

Es sey bekannt, daß oxydirte Salpetersäure, die gar keine Wirkung auf den Stickstoff äußert, das Salpetergas sehr leicht verschlucke. Herr von Humboldt bemerkte nach diesem Verschlucken einen Rückstand, den er dem Stickstoffe, welcher dem Salpetergas beygemengt gewesen sey, zuschreiben zu müssen glaubte. Dagegen fand Bertholle t, als er diesen

Ver-

Verſuch mit Salpetergas wiederholte, das mit Sorgfalt bereitet war, nur einen ganz unbedeutenden Rückſtand, der nicht mehr in Anſchlag kommen konnte.

Zuletzt legt Berthollet dem Schwefelalkali und dem Phosphor die Eigenſchaft bey, aus der atmoſphäriſchen Luft allen Sauerſtoff zu ſcheiden; eine Eigenſchaft, welche von Humboldt ihnen aus dem Grunde ſtreitig gemacht hatte, weil er immer noch in der von ihm zerſetzten atmoſphäriſchen Luft durch Salpetergas einen Rückſtand von Sauerſtoff gefunden habe. Berthollet hingegen behauptet gerade das Gegentheil. Der Rückſtand der durch Phosphor zerſetzten atmoſphäriſchen Luft verminderte ſich mit Salpetergas nur ſehr wenig, und dieſe Verminderung ſchreibt Berthollet einem durch das Salpetergas bewirkten Verſchlucken des im Stickgas aufgelöſten Phosphors zu.

Uebrigens ſchlägt Berthollet zur Prüfung des Sauerſtoffgehalts der Luft das langſame Verbrennen des Phosphors vor, als das untrüglichſte Mittel, welches er aus vielen Beobachtungen habe folgern können.

Dagegen zieht Herr von Humboldt *) aus ſeinen Verſuchen, welche er in Paris, Baireuth u. ſ. f. mit Phosphor angeſtellt hatte, das Reſultat, daß, wenn man atmoſphäriſche Luft der Einwirkung des Phosphors ausſetzt, dieſer nur einen Theil ihres Sauer-

e) Mémoir. ſur la combinaiſon ternaire du phosphore, de l'Azote et de l'Oxygene, ou ſur l'exiſtence des phosphores d'azote oxydes. in den Annal. de chimie. T. XXVII. p. 141.

Sauerstoffs absorbire; daß Salpetergas aus dem Rückstande noch 0,02 bis 0,14 Sauerstoff abscheide, und was denn noch an 0,27 Sauerstoffgehalte fehle, Sauerstoffgas anzeige, das mit Stickgas und Phosphor (denn letzterer sey in beyden Gasarten auflößlich), sich zu einem Oxyd mit zweyfacher Basis, einem Phosphore d'Azote oxydée, verbunden habe, welchen das Salpetergas nur zum Theil zu zersetzen vermöge; und daß daher der Phosphor, sowohl beym langsamen als beym schnellen Verbrennen, immer eine höchst unzuverlässige eudiometrische Substanz sey.

Gegen diese Behauptung bemerkt aber Hr. Parrot f), daß man aus der großen Verschiedenheit in den Resultaten, nach welchen der Phosphor bald $\frac{23}{27}$, bald nur $\frac{8}{27}$ des Sauerstoffgas absorbirte, und das Salpetergas unter gleichen Umständen auf so verschiedene Rückstände an Sauerstoffgas deutete, nothwendig auf wesentliche Fehler in den Humboldtschen Versuchen schließen müsse, vor welchen der geübteste Physiker nicht gesichert ist, wenn er einen neuen Gegenstand bearbeitet, und daß diese Versuche durchaus unzureichend seyen, um eine Theorie über den Phosphor und seine Verwandtschaft zum Sauerstoffgas zu begründen. Da die Absorption in ihnen bis 10 Tage lang dauerte, so kann der Phosphor nur $\frac{1}{270}$ des Luftvolumens betragen haben; und bey einer so geringen Phosphormenge, besonders wenn sie tief liegt, muß die Luft beträchtlich bewegt werden, wenn die Absorption vollkommen seyn soll. Die mit Phosphor nicht gesättigte und die übersättigte Luftportion mischten sich bey der Behand-

f) Ueber die eudiometrischen Eigenschaften des Phosphors ꝛc. in Voigt's Magazin. Th. II. S. 154. f.

handlung des Rückstandes mit Salpetergas, und so entstand noch eine Absorption, die dem Phosphor zukam, und fälschlich dem Salpetergas zugeschrieben wurde. Ueberdieß ist wahrscheinlich bey jeder Absorption gar oft, dem Experimentator unbewußt, neue Luft hineingetreten. (Durch reine Kalkerde Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft abzuscheiden, gelang auch Hrn. Parrot nicht).

Nach Parrot's Versuchen ist folgendes das Verhalten des Phosphors in atmosphärischer Luft, die mit Queckſilber in eine Flasche gesperrt ist, bey + 12 bis 15° Reaum. Wärme. Der Phosphor überzieht sich mit einem weißlichen Dunste, der sich sogleich häufig zu Boden senkt. Nach und nach erhebt sich ein Theil desselben und erfüllt die ganze Flasche. Ist der Phosphor vorzüglich gut, so strömt der Dunst zuweilen in kleinen kugelförmigen Blasen mit Gewalt von der Stange, wie die größern Rauchbälle, welche geschickte Tabaksraucher aus ihrer Pfeife heraus zu stoßen wissen. Im Dunkeln leuchtet der Phosphor eine geraume Zeit wie in offener Luft; nach und nach nimmt das Leuchten ab. Während das Sauerstoffgas zersetzt wird, steigt das Queckſilber herauf, und seine Oberfläche überzieht sich allmählig mit einer Dunstdecke, welche späterhin zur Phosphorsäure wird. Zu Ende der Absorption bemerkt man im Dunkeln folgendes: der Phosphor hat einen ziemlich ausgebreiteten Nimbus, wird immer breiter, aber auch schwächer, erfüllt einen Augenblick die Flasche, und verschwindet. Darauf erhebt sich ein neues Leuchten aus dem Phosphor, verbreitet sich und verschwindet. Dieß geschieht einige mal, und dann verschwindet das Leuchten gänzlich. Legt man aber nachher die Hand an

die

die Flasche, so entsteht der Schein wieder an der Seite, wo die Hand auflegt, dehnt sich bis zum Phosphor auf, und verschwindet alsdann. Mit jedem warmen Körper, den man anlegt, kann man diese Erscheinung 5 bis 6 mal wiederholen. Zuletzt wirkt die Entzündung nicht mehr auf den Phosphor, sondern hält sich im obern Theile der Flasche und erlöscht. Die Vermehrung der Absorption während dieser letzten Zuckungen ist nicht merklich. Sowohl der schwache Schein, als auch das unmerkliche Steigen des Queckſilbers zeigen, daß die Menge des noch vorhandenen Sauerstoffgas bey diesen letzten Zuckungen nur äußerst gering seyn kann, und die oft wiederholte Entzündung der Phosphorstange zeigt, daß sie immer noch fähig ist, das Sauerstoffgas zu zersetzen; dieß macht die entgegengesetzte Meynung wenigstens problematisch.

Als die Flasche mit Wasser gesperrt war, und nach vollendeter Absorption in das um 6 bis 8° kältere Sperrwasser eingetaucht wurde, entstanden die stärksten Phosphoränderungen, die im ganzen Raume wie eine Feuerfluth umherströmten. Bald darauf nahm die Stange selbst am Leuchten Theil, und zwar fast so stark als in atmosphärischer Luft. Nach und nach nahm die Erscheinung ab, und verschwand endlich, um bald wieder zu erscheinen, wie beym vorhergehenden Versuche. Die Wiedererscheinung des Leuchtens fing beym Phosphor an. Legte Parrot nachher die Hand an das Gefäß, so entstand es wieder, aber auf der entgegengesetzten Seite. Als Licht hervorgebracht wurde, fand er feine Wassertropfen in Menge an den Wänden des Gefäßes. Hier wirkten zwey Ursachen: die Erkältung, und die eingedrungene Luft aus dem Wasser. Gleich beym Untertauchen erkälteten die Wände

der Flaſche. Dadurch entſtand ein Niederſchlag des in der Luft in Menge aufgelößten Waſſers, und alſo auch freye Wärme, welche die Temperatur der in der Luft ſchwebenden unvollkommenen Phosphorſäure erhöhete und ihre Verwandtſchaft mit dem Phosphor vergrößerte. Das Phänomen, welches ſich bey Auflegung der flachen Hand zeigte, beſtätigte noch dieſe Erklärung.

Schon dieſe Erſcheinungen flößten Parrot ein Mißtrauen gegen die abnehmende Abſorptionsfähigkeit des Phosphors ein. Noch mehr zeigte ſich die Unrichtigkeit dieſes Satzes, da Parrot in eine Flaſche eine neue, geſchabte Phosphorſtange neben der ältern, die ſchon lange geleuchtet hatte, hineinbrachte. Die alte leuchtete ſelbſt ſtärker, als die neu geſchabte. Ueberhaupt zeigte dieſer Verſuch, daß man ſich nie ſchmeicheln dürfe, vollkommen reine Luftarten zu haben, ſobald ſie mit Queckſilber manipulirt worden, woraus ſich vieles bey den Göttlingſchen Verſuchen erkläre. Iſt der Luftdruck von innen geringer als von außen, ſo ſteigen aus dem Queckſilber Luftblaſen in die Flaſche, wie ſich das im Dunkeln am Leuchten des Phosphors und bey Tage an übergegoſſenem Waſſer zeigt.

Ueberdieß zeigte Parrot noch durch einen Verſuch mit Gewißheit, daß der Phosphor, ohne gewaſchen und geſchabt zu werden, ſeine Eigenſchaft, den Sauerſtoff aus der atmoſphäriſchen Luft zu ſcheiden, nicht verliert, ſondern daß daſſelbe Stück beſtändig abſorbirt, ſo lange Phosphor überhaupt abſorbiren kann.

Was nun die neue Einrichtung des Parrotſchen Oxygenometers oder neuen Phosphoreudiometers

meters betrifft, dessen Gebrauch er späterhin noch verbessert hat, so besteht sie im Wesentlichen in folgendem: Die Absorptionsröhre (fig. 32.) AB hat oben eine Erweiterung AC, worin beym Versuche eine Phosphorstange, dicker als der untere möglichst gleichförmige Theil CB der Glasröhre, hineingelegt wird, um nicht in diese hinabzufallen. (In Parrot's Normaleudiometer scheint sie 30 Zoll, in dem kleinern nur halb so lang zu seyn). Um die Röhre zu graduiren, verschließt man sie bey B mit einer Blase, die man abtrocknen läßt, und so gut an sie befestigt, daß sie nicht losläßt, wenn die Röhre mit Quecksilber gefüllt ist. Nachdem die Röhre erst leer, dann mit Quecksilber bis aa gefüllt gewogen worden, und man von diesem Raume das Volumen des Phosphors, den man brauchen will, abgezogen hat (Parrot empfiehlt, um unter sich harmonirende Eudiometer zu erhalten, stets ein Phosphorvolumen von $\frac{1}{11}$ des ganzen Volumens der Röhre, mithin von $\frac{1}{10}$ des ganzen Absorptionsraums zu nehmen, und darnach die Skale ein für allemal einzurichten): so erhält man den reinen Absorptionsraum in Granen Quecksilber. Darauf wiegt man von B an die Eintheilung der Skale etwa von 0,03 zu 0,03, oder von 0,05 zu 0,05 ab, so weit als die Skale gehen soll (gewöhnlich bis 0,35 oder 0,4 des reinen Absorptionsraums), und zeichnet die Höhen auf das Glas. Ist die Röhre nicht allzuungleich, so lassen sich diese Theile dann mit dem Zirkel weiter eintheilen, und so die Skale abreißen. (Auf Parrot's größerm Eudiometer ist sie in tausend Theilchen, jedes noch $\frac{1}{14}$ rheinl. Zoll lang, und auf dem kleinern in hundert Theilchen, jedes $\frac{1}{2}$ Zoll lang, und in Viertel derselben eingetheilt). Auf die Genauigkeit, womit alles dieß gemacht wird,

beruht die Güte des Inſtruments. Man füllt dann alles Queckſilber wieder in die Röhre, und paßt die eiſerne Schraubenmutter A, deren Oeffnung ebenfalls weiter als die Röhre BC ſeyn muß, ſo tief hinein, daß unter ihr, über dem Queckſilber, nur ein kleines Luftbläschen bleibt. Dieſen ihren Stand bemerkt man, und kittet ſie, nachdem das Queckſilber herausgegoſſen worden, in demſelben feſt, wozu ſich Parrot des in Weingeiſt oder Terpentinöl erweichten, heiß aufgetragenen Siegellacks bedient, wovon er das Ueberflüſſige in der Röhre, dem ſich nicht anders beykommen läßt, mit Kali wegbeitzt. Die Schraube D hat einen Anſatz d, welcher mit Fett beſtrichen die Oeffnung völlig luftdicht verſchließt, und ihr Zapfen e muß noch etwas unter der Mutter hervorragen. Man ſchraubt ſie feſt ein, nimmt dann die Blaſe von der Oeffnung B weg, und füllt durch dieſe die Röhre ganz voll Queckſilber. Gehen nun einige Grane weniger als vorher hinein, ſo feilt man vom Zapfen e ſo viel ab, bis endlich die Röhre genau die vorige Queckſilbermenge faßt. Solche Röhren mit aller Sorgfalt auf dieſe Art graduirt gaben über alle Erwartung harmonirende Reſultate. Parrot zeichnet die Röhre auf einen mit Eyweiß an die Röhre angeklebten Papierſtreifen, und überzieht ſie mit einem Weingeiſtfirniß, damit man das Inſtrument waſchen kann. Um die Phosphorſtange zu verhindern, in die Skalenröhre hinabzufallen, erweicht er ſie mit warmem Waſſer, und macht das eine Ende derſelben durch Aufſtoßen etwas dicker.

Eine gewöhnliche unten zugeſchmolzene Glasröhre dient zum Queckſilbergefäße (fig. 33.) cb, worin die Abſorptionsröhre ſteht, und woraus das Queckſilber bey

bey der Absorption in sie hinaufsteigt. (Wasser hiezu anzuwenden, ist wegen der Luft und Feuchtigkeit, die aus dem Wasser in die Absorptionsröhre tritt, nicht rathsam). Diese äußere Röhre muß etwas höher hinaufreichen, als die Skale selbst, und ihr innerer Durchmesser den äußern Durchmesser der Skalenröhre etwa um 3‴ übertreffen, um dem Queckſilber im Zwischenraume beyder freyes Spiel zu gestatten, ohne doch überflüssig Queckſilber zu erfordern. Ein hangendes, unten mit einem Absatze versehenes Bret pq trägt dieses Gefäß mittelst zweyer Ringe rr, die mit Charniren versehen sind, um die Röhre leicht und sicher abnehmen zu können.

Beym Gebrauche verfährt man folgender Maaßen:

1. Man beobachtet die Temperatur und den Barometerstand.

2. Man füllt ein Paar Zoll hoch Queckſilber ins äußere Gefäß, legt die reine Phosphorstange in die Absorptionsröhre und verschließt sie durch die mit Fett bestrichene Schraube luftdicht.

3. Man füllt die Absorptionsröhre mit der zu prüfenden Luft an, und zwar mittelst Queckſilbers. Ist es eine besondere in einer Flasche aufbewahrte Luftart, so muß man sich des pnevmatischen Queckſilberapparats bedienen, oder die Luft in einer langhalsigen Flasche, welche 4 bis 5 mal so viel hält, als das Instrument, aufbewahren; dann kann man die Füllung bloß mittelst einer geschickten Umkehrung der Absorptionsröhre und Einsetzung derselben in die Flasche bewerkstelligen. Diese Füllungsmethode ist genau genug, und für diejenigen, welche sonst keinen Apparat und wenig Queckſilber haben, sehr bequem.

§. 1. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 2. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 3. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 4. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 5. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 6. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 7. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 8. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 9. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 10. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 11. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 12. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 13. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 14. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 15. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 16. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 17. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 18. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 19. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

§. 20. Wer sich selbst, seinen Ehegatten, seine Kinder, oder andere Personen, welche zu seinem Hausstande gehören, oder für welche er zu sorgen hat, mit Gift, oder mit einem andern Werkzeuge, welches eine augenblickliche Lebensgefahr nach sich zieht, vorsätzlich tödtet, oder tödten will, soll, wenn er sich selbst tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, wenn er aber andere tödtet, oder tödten will, mit Verlust der Ehre, und mit Verlust seiner Güter, und mit Verlust des Lebens bestraft werden.

beyde Correctionen außer Acht lassen. Im Falle großer Wärmeunterschiede aber sucht man lieber die vorige Temperatur wieder herzustellen, weil die Untersuchungen über die Dilatation des Stickgas durch die Wärme noch zu mißlich sind. Für geringe Temperaturunterschiede rechnet Parrot, daß für jeden Grad Reaum. sich das Luftvolumen um 0,0045 bis 0,005 ändert. Bey gewöhnlichen Barometerhöhen und gewöhnlicher atmosphärischer Luft rechnet er ferner für jede Linie Veränderung im Barometerstande 0,00225 Veränderung im Luftvolumen; doch ist es auch leicht, sie jedesmal genauer zu berechnen.

9. Nicht alles Sauerstoffgas verschwindet auf diesem Wege, sondern 0,075 des absorbirten bildet mit dem Phosphor eine Art gasförmiger Phosphorsäure. Man addire daher zu der corrigirten Absorption noch 0,075 derselben hinzu, so hat man die gesammte Absorption.

10. Die so erhaltene Absorption gibt den Sauerstoffgehalt der Luft sammt dem chemischen Dunste. Wegen dieses ist 0,02 abzuziehen. Und so ergibt sich endlich der wahre Sauerstoffgehalt der Luft.

11. Nach geendigten Versuchen läßt man das Instrument unberührt stehen. Der Phosphor wird durch die Einwirkung des Stickgas bloß dunkler an Farbe, ohne an seiner Güte zu verlieren; er scheint vielmehr empfindlicher zu werden, und braucht erst, wenn er nach vielen Beobachtungen merklich abgenommen hat, mit einer andern Stange vertauscht zu werden. Parrot wäscht ihn und die Röhre zwar vor jeder sorgfältigen Beobachtung, doch nur um dadurch die Absorption während des Füllens und Einsetzens der

Röhre unmerklich zu machen. Auch hebt er ſeinen geſchabten Phosphor nicht im Waſſer, ſondern in engen verſchloſſenen Röhren auf, worin er ſich vortrefflich erhält, und wodurch das neue Schaben erſpart wird.

Drey auf dieſe Art von Parrot und Sand behandelte und mit gleicher Luft gefüllte Eudiometer gaben eine Abſorption durch Phosphor, das erſte von 0,2225, das andere von 0,222214, das dritte von 0,2225 des reinen Abſorptionsraums; ein anderes mal 2 Eudiometer, das eine eine Abſorption von 0,2015, das andere von 0,20125. Dieſe große Uebereinſtimmung der Verſuche mit 2 und 3 Eudiometern unter ſehr verſchiedenen Umſtänden, beweiſen offenbar nicht nur die Regelmäßigkeit, welche dieſe Inſtrumente in ihren Reſultaten gewähren können: ſondern auch, daß in den Humboldtſchen Phosphorverſuchen durchaus ein oder mehrere Fehler obwalten, und daß ſie daher keinesweges als Beweis gegen die eudiometriſche Vollkommenheit des Phosphors angeführt werden können.

Parrot machte nachher eine ſehr wichtige Correction am Phosphor-Eudiometer *). Er hat ſich nämlich öfters aus einer durch Phosphor zerſetzten atmoſphäriſchen Luft Stickgas bereitet. Dabey bemerkte er, daß die durch die Verſchluckung der unvollkommenen Phosphorſäure bewirkte Raumverminderung nicht unbeträchtlich ſey. Er beobachtete die Wirkung ſeiner Eudiometer in dieſer Hinſicht, und fand nicht allein, daß dieſe Säure einen merklichen Raum einnähme, ſondern auch, daß das Gemiſch aus Azote und gasförmi-

*) Volgt's Magazin. B. III. S. 188.

förmiger vollkommener Säure, in Rücksicht auf die Raumveränderung durch die Temperatur, nicht das nämliche Gesetz befolge, als die atmosphärische Luft. Der Phosphorinhalt zweyer Eudiometer verhielt sich = $\frac{1}{40}$: $\frac{1}{8}$, und er fand, daß 3 bis 4 Grade des Sotheiligen Queckſilberthermometers Veränderungen von beynahe 0,01 verursachten. Diesem Uebel abzuhelfen, veränderte er die Theilverhältnisse seines Eudiometers, so daß sie beynahe gleichen Phosphorgehalt hatten, und nun war dieser Fehler unmerklich. Er näherte sich dem Verhältnisse von $\frac{1}{10}$, als einem sehr schicklichen. Um also harmonirende Eudiometer zu erhalten, muß das Verhältniß des Phosphorvolumens zum reinen Absorptionsraume sich wie 1 : 10 verhalten, oder jenes Volumen zum Raume des ganzen Eudiometers = 1 : 11.

Noch einen wichtigen Umstand hatte Parrot zu berichtigen, nämlich die Bestimmung des Raums, den die unvollkommene Phosphorsäure im Rückstande nach der Wirkung des Phosphors einnimmt. Um nun zuvor aus der zu untersuchenden atmosphärischen Luft das kohlensaure Gas möglichst abzuscheiden, ließ er diese Luft 3 Tage über flüssigem halbsauren Kali stehen, und schüttelte sie damit wiederholt. Dann wurde diese Luft im Queckſilberapparate in eine gegen 5‴ weite und 21″ Pariſ. Maaß lange Glasröhre gebracht, darin die Absorption des Sauerstoffs und Phosphors veranstaltet, und als sie vollendet war, die Röhre in ein hohes Gefäß mit flüssigem Kali gebracht. Die Höhe, bis zu welcher dieses sogleich in der Röhre stieg, zeigte die Menge des absorbirten Sauerstoffgas. Nach 12 Stunden, wobey die Röhre mit dem Kali 6 bis 7 mal sanft geschüttelt ward, da-

Nach der Verordnung der Präsidien vom 17. Dezember 1906 (Reichsgesetzblatt S. 1037) sind die Drucksachen des Reichstags in der Zeit vom 1. Januar bis 31. Dezember 1907 ausgegeben worden:

Nr. 1 bis 3	3
Nr. 4 bis 5	2
Nr. 6 bis 7	2
Nr. 8 bis 9	2
Nr. 10 bis 11	2
Nr. 12 bis 13	2
Nr.

bſorption durch Phosphor und Kali	0,19059
bſorption durch Kali allein - -	0,00362

Nach der Correction dieſer Reſultate für die eränderungen des Barometer- und Thermometerſtan- s fand Parrot

e ſcheinbare Abſorption durch Phosphor	— 0,18697
e gehörige Correctur für 3″ Barome- terhöhe - - - -	+ 0,00690
e gehörige Correctur für 1,3° Ther- mometer - - - -	+ 0,00598
e wahre Abſorption durch Phosphor	0,19985
e ſcheinbare Abſorption durch Phos- phor und Kali - - -	0,19059
e gehörige Correctur für 6,1″ Baro- meterhöhe - - - -	+ 0,01403
e gehörige Correctur für 2°,2 Thermo- meter - - - -	+ 0,01012
ithin die wahre Abſorption durch Phos- phor und Kali - - -	0,21474
nd die wahre Abſorption durch Kali allein	0,01489

Da aber beym Schütteln des Kali etwas von er Flüſſigkeit an den Wänden der Röhre hangen blei- en mußte, ſo ſetzt Parrot die wahre Abſorption urch Kali wenigſtens auf 0,015 des reinen Ab- rptionsraums, oder auf $\frac{0,015}{0,2} = 0,075$ des Ab- rptionsraums durch Phosphor. Und daraus zieht e die Regel, daß man die Phosphorabſorption, in heilen des ganzen Abſorptionsraums ausgedruckt, achdem ſie wegen des Barometer- und Thermometer- andes verbeſſert worden, noch mit 0,075 multiplici- en, und dieſes Produkt zu der gefundenen Abſorption

hinzu-

hinzufügen müſſe, um die Summe des wahren Sauerſtoffgehalts der atmoſphäriſchen Luft zu erhalten.

Auch macht Parrot noch einige wichtige Bemerkungen über einige Behauptungen des Hrn. Bertholet, welcher ebenfalls das langſame Verbrennen des Phosphors als ein eudiometriſches Mittel vorgeſchlagen hatte. Parrot [h]) bemerkt gegen Bertholet:

1. Daß das Inſtrument nicht mit Waſſer geſperrt werden müſſe, beſonders wenn es eine weite Skalenröhre beſitzt. Die Ausdünſtung und das Verſchlucken der Luftſäure modificirten gewiß die Reſultate.

2. Verwechſele Bertholet die zweyerley Zuſtände, in welchen ſich Phosphor im Stickgas, nach der Zerſetzung der atmoſphäriſchen Luft, befinde. Parrot's Beobachtungen hierüber ſind folgende:

Das Stickgas iſt fähig, den Phosphor in Dunſt aufzulöſen, nicht in Gas. Dieſer Dunſt ſchlägt ſich, wie jeder phyſiſche Waſſerdunſt, durch Verminderung der Temperatur nieder. Er habe es öfters, beynahe jedesmal, in ſeinen Eudiometern beobachtet. Allgemein genommen ſchlug ſich dieſer Dunſt nach der Zerſetzung der Luft nieder, beſonders bald, wenn die äußere Luft erkaltete. Ein ſolcher Niederſchlag entſtand immer mehr in dem Eudiometer, das eine größere Portion Phosphor nach Verhältniß des Inhalts des Gefäßes enthielt, und wenn die Temperatur überhaupt hoch war. Sein Normaleudiometer, das ehemals etwa an Volumen nur $\frac{1}{40}$ Phosphor enthielt, zeigte oft keinen

h) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. X. S. 204. f.

keinen gelben Niederschlag; hingegen gab ein weit kleineres, das aber $\frac{1}{6}$ an Phosphor enthielt, jederzeit sehr vielen gelben Niederschlag. Dieser Unterschied war sehr auffallend, und Parrot lange unerklärbar. Im kleinern, wo die Zersetzung gewöhnlich 4 bis 8 mal geschwinder vor sich ging, als im großen, mußte die erzeugte Wärme viel größer seyn; dadurch verflüchtigte sich mehr Phosphor, der nach der endlichen Erkältung niederfiel. In einer Flasche, in welcher er eine Portion etwas ungesäuerten Phosphors hermetisch verschlossen hatte, geht eine abwechselnde Sublimirung und Niederschlagung des Phosphors seit 2 Jahren beständig vor sich, so daß die Flasche schon über und über mit orangegelbem Niederschlage rundum beschlagen ist. Die eingesperrte Luftportion, welche anfangs atmosphärische Luft war, beträgt kaum $1\frac{1}{2}$ Cubikzoll, und es haben sich bereits 5 Gran Phosphor niedergeschlagen. Dieser Dunstzustand des Phosphors im Stickgas ist also nicht zweifelhaft, und dieser Phosphor hat auf dessen Volumen keinen Einfluß, wenigstens hat Parrot noch keinen Unterschied wahrnehmen können, vor und nach dem Niederschlage, ob er ihn gleich absichtlich gesucht hat, und an seinen großen Eudiometerveränderungen von $\frac{1}{4}$ eines Tausendtheilchens wahrnehmen kann.

Das Stickgas der zersetzten atmosphärischen Luft enthalte aber auch noch Phosphor in Gasgestalt, aber gesäuert. Der Grund, den er habe, eine gasförmige Säure aus dem Phosphor anzunehmen, sey der, daß dieses phosphorische Gas sich mit Alkalien sehr schnell verbinde, wie er es oft bemerkt habe. Darauf gründe er eine Methode, sehr reines Stickgas aus der Atmosphäre zu erhalten. Freylich könnte vielleicht

sonst

sonst eine Verbindung des Phosphors mit dem Alkali, eine Art Phosphorleber, entstehen; allein es sey ihm keine solche Verbindung bekannt, und sie sey hier nicht wahrscheinlich, weil aller Geruch verschwinde. Die Untersuchung dieser Säure werde vielleicht auf die Kenntniß der Natur des Phosphors führen. Er glaube fast, daß dessen Bestandtheile Hydrogen und Kohlenstoff seyen; jenes wahrscheinlich sehr schwach oxydirt, aber in überwiegender Menge. Wenigstens sey die Gegenwart des Kohlenstoffs bey der Färbung des Phosphors durch den Gebrauch beynahe nicht zu läugnen. Seine Phosphorstangen seyen vom dunkelsten Braun, wenn er sie $1\frac{1}{2}$ Jahr lang gebraucht habe. Beym Umschmelzen derselben, auch wenn er sie vorher noch so rein abwusch, setzte sich viel von einer orangefarbigen Substanz auf dem Boden nieder; und die neue durchsichtigere Stange zeige volle schwarze Flecken und dunkele Streifen, welche in der vollkommenen Salzsäure ausgebleicht werden konnten.

Diese präsumtive gasförmige Phosphorsäure sieht Parrot als ein Produkt des Sauerstoffs an, nicht aber als ein Produkt des Stickstoffs; daher hat er bey der sehr genauen Untersuchung ihrer Quantität in der zersetzten Luft diese Quantität als eine Funktion des Sauerstoffsgehalts der Luft angesehen, und diese Menge für jedes 0,01 berechnet, welches ihm zur Basis der Correction der Resultate des Eudiometers diente. Bey einer Luft, die 0,19985 Sauerstoff enthielt, fand er die Menge dieser Gasart = 0,01489; welches für jedes 0,01 Sauerstoff 0,00075 ausmacht, und mit Berthollet's Angabe von beynahe $\frac{1}{10}$ nicht übereinstimmt. Seine Luft hatte nach seiner eigenen Angabe 0,22 Sauerstoff, also ohne diesen Zusatz

satz etwas weniger als 0,20, mithin beynahe so viel, als die Luft, welche er zu seiner Bestimmung nahm. Der Grund von diesem Unterschiede möge von der Feuchtigkeit, vom chemischen Dunste herrühren, auf welchen er bey dieser Untersuchung sorgfältig Rücksicht nahm, Berthollet aber wahrscheinlich nicht.

4. Auch stimmen Parrot's Beobachtungen über die atmosphärische Luft mit Berthollet's nicht überein. Dieser fand beständig gleichen Sauerstoffgehalt, und zwar nach allen Reduktionen 0,22. In Parrot's spätern Versuchen variirte dieser Gehalt von 0,207 bis 0,23, die erwähnte Reduktion nicht mitgerechnet. Nach seiner Reduktion sind also die Grenzen 0,222525 und 0,24725. Nimmt man Berthollet's Angabe zur Reduktion, so sind diese Grenzen 0,232 und 0,255. Für jetzt könne man wohl 0,25 als den größten Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft setzen. Den Grund, den Berthollet für die Bestandtheile des Sauerstoffgehalts angebe, nämlich die Bewegung der Luft, beweise allerdings, daß dieser Gehalt nicht sehr stark variiren könne, schließe aber Variationen von 2 bis $2\frac{1}{2}$ p. C. nicht aus, es verstehe sich für sehr entfernte Orte und verschiedene Zeiten. Ein Wind, der 15 Fuß in einer Sekunde durchlaufe, brauche etwa 5 Tage, um eine Strecke von 18° zu durchstreichen. Warum sollte z. B. vor einem Südwinde die Luft in Schottland, Schweden, Norwegen, Rußland nicht an Sauerstoff ärmer seyn, als 5 Tage nach dessen Entstehung, wenn z. B. eine üppige Vegetation, von vielem Sonnenscheine begünstigt, viel Sauerstoffgas in Italien, im nördlichen Afrika, in Griechenland entwickelt habe? Warum sollte ein Ostwind, der über Asiens Vegetation

tion herkäme, nicht Europa mit mehr Sauerſtoff verſehen, als der Weſtwind, der über das atlantiſche Meer herwehe, wo er keine Sauerſtoffentwickelung antreffe? Und ſey dieſer Unterſchied an Sauerſtoffgehalt jener Winde nicht die Haupturſache ihrer hygrometriſchen Phänomene?

So reichhaltig und ſcharfſinnig Parrot's Unterſuchungen über die Eudiometrie ſind, ſo ſcheinen ſie doch viel durch die Entdeckung der Herren Dalton und Gay-Lüſſac, der durchaus gleichen Expanſibilität aller Gasarten, feuchter wie trockener, durch Wärme, von ihrem Werthe verloren zu haben. Es iſt unläugbar, daß, wenn die verſchiedenen Gasarten eine verſchiedene Ausdehnbarkeit durch Wärme oder eine verſchiedene Compreſſibilität durch Druck hätten, dieſes auf die Reſultate der eudiometriſchen Verſuche, wo ein Gemenge aus Sauerſtoffgas und Stickgas ſtatt findet, einen bedeutenden Einfluß haben würde. Eben hierauf machte Herr von Arnim, wie oben angeführt iſt, aufmerkſam. Allein durch die Bemühungen der Herren Dalton und Gay-Lüſſac ſind die Correctionen, welche von dieſem Umſtande abhängen, unnöthig. Denn wenn auch die unterſuchte Luftportion, da ſie ſich in der Atmoſphäre befand, um volle 40° Reaum. kälter geweſen ſeyn ſollte, als während des Verſuchs, ſo ändert dieß im Reſultate nichts; denn Sauerſtoffgas und Stickgas ſind durch gleiche Grade Wärme gleich expanſibel, und bleiben daher in allen Temperaturen ihrem Volumen nach in gleichem Verhältniſſe. Eben ſo wenig dehnt ſich das Stickgas aus, wenn das Sauerſtoffgas davon getrennt iſt, bleibt es nur in unveränderter Wärme und unter unverändertem

Drucke.

Drucke. Denn die Expansivkraft beyder Gasarten vereint ist genau der Summe der Expansivkräfte beyder einzeln genommen gleich, und ihr Volumen ist ihrer Expansivkraft verkehrt proportional.

Ein bestimmtes Volumen atmosphärischer Luft = 1 erleide einen Druck von p Zoll Queckſilberhöhe, und enthalte μ Theile Sauerstoffgas und ν Theile Stickgas, so heißt dieß, es enthalte so viel von beyden Gasarten, daß, wenn jede einzeln unter dem ganzen Drucke stände, dem beyde zusammen ausgesetzt sind, jenes einen Raum von μ, dieses von ν Theilen, also jenes das Volumen $\frac{\mu}{\mu + \nu}$, dieses das Volumen $\frac{\nu}{\mu + \nu}$ einnehmen würde. Nun sind zwar beyde Gasarten durch das ganze Volumen verbreitet, aber nicht jede in der Dichtigkeit, die dem Drucke p entspricht. Von diesem Drucke kommt auf das Sauerstoffgas nach Dalton's Hypotheſe nur der Theil $\frac{\mu}{\mu + \nu} . p$, und auf das Stickgas der Theil $\frac{\nu}{\mu + \nu} . p$, und das Volumen, welches das erstere, und das, welches das letztere unter gleichem Drucke, z. B. unter dem Drucke p einnehmen würde, steht in dem Verhältnisse jenes Drucks, ist also ungleich, und richtet sich nach dem Verhältnisse $\mu : \nu$. Stellen wir im Eudiometer, nachdem das Sauerstoffgas absorbirt worden, das Stickgas allein unter dem Drucke p und in veränderter Temperatur dar, so nimmt es einen geringern Raum ein, und zwar nur das Volumen $\frac{\nu}{\mu + \nu}$. Eben so würde das Sauerstoffgas allein, unter dem Drucke p

dargeſtellt, das Volumen $\frac{\mu}{\mu + \nu}$ einnehmen. Beyde Volumina zuſammen genommen ſind = 1, alſo dem Volumen des Gemenges gleich. Erhält man daher gleich durch das Eudiometer das Stickgas in einer andern Dichtigkeit, als worin es ſich nach Dalton's Hypotheſe in der atmoſphäriſchen Luft befindet, ſo lernt man doch dadurch immer genau den Antheil der atmoſphäriſchen Luft an Stickgas kennen, d. h. wieviel von einem gegebenen Volumen atmoſphäriſcher Luft das Volumen des Stickgas, wenn es unter demſelben Drucke als die Luft ſteht, beträgt. Dieß Volumen vom Ganzen abgezogen gibt genau das Volumen, den das Sauerſtoffgas allein unter dieſem Drucke einnehmen würde, und man hat alſo dadurch das Verhältniß der Volumina beyder Gasarten bey einerley Druck.

Selbſt der Zuſtand der Feuchtigkeit der Luft hat auf dieſe Beſtimmung keinen Einfluß, wenn nur die Temperatur während des Verſuchs unverändert bleibt. Wenn die atmoſphäriſche Luft mit Waſſerdampf von der Expanſivkraft ϱ gemiſcht wäre, und beyde unter dem Drucke von p Zoll Queckſilberhöhe ſtehen; ſo kommen von dieſem Drucke, nach Dalton's Hypotheſe, auf den Dampf ϱ, auf das Sauerſtoffgas $\frac{\mu}{\mu + \nu} \cdot (p - \varrho)$ und auf das Stickgas $\frac{\nu}{\mu +$, $(p - \varrho)$ Zoll.

Der Dampf allein könnte unter dem Drucke p nicht beſtehen; er vermindert ihn aber um ϱ, und macht daher, daß die Luft, auf welche nur der Druck $p - \varrho$ kommt, ſich aus dem Volumen 1 zu dem Volumen

lumen $\frac{p}{p+\varrho}$ ausdehnt; und das ist jetzt der Raum, durch den alle drey elastische Flüssigkeiten ausgebreitet sind. Wird nun das Sauerstoffgas absorbirt, so kommt der ganze Druck p auf den Dampf und das Stickgas; und zwar auf jenen unveränderlich der Druck ϱ, auf dieses der Druck $p - \varrho$. Wie sich daher $p - \varrho : \frac{\nu}{\mu+\nu}(p-\varrho)$ verhält, so muß sich der Raum verhalten, durch den zuvor das Stickgas verbreitet war, zu dem Raume, den es im letztern Falle einnimmt. Dieser ist also wieder der $\frac{\nu}{\mu+\nu}$te Theil des Raums, den zuvor beyde Gasarten und der Wasserdampf zugleich einnahmen. Der Antheil von Stickgas steht also auch in diesem Falle zu dem Antheile von Sauerstoffgas genau in dem Verhältnisse des so gefundenen Volumens $\frac{\nu}{\mu+\nu}$ zu dem Reste des Volumens $1 - \frac{\nu}{\mu+\nu} = \frac{\mu}{\mu+\nu}$; und $\mu : \nu$ ist das Verhältniß der Volumina beyder Gasarten bey gleichem Drucke. Die absoluten Räume, welche beyde Gasarten unter diesen Umständen einzeln unter dem Drucke einnehmen, sind zwar nicht diejenigen, welche ihnen unter dem ganzen Drucke p, sondern nur diejenigen, welche ihnen unter dem Drucke $p - \varrho$ zukommen; allein dieß hat auf das Verhältniß beyder nicht den geringsten Einfluß. Man braucht daher auf den Rückstand der Feuchtigkeit der Luft bey eudiometrischen Versuchen nicht Rücksicht zu nehmen, wofern man nur darauf sieht, daß während des Versuchs Alles bey gleicher Temperatur bleibt.

Art. 1. Der Kauf ist ein Vertrag, durch welchen der Verkäufer dem Käufer eine Sache um einen bestimmten Preis in Geld oder Geldeswerth überlässt.

Art. 2. Der Kauf ist vollkommen, sobald sich die Contrahenten über die Sache und den Preis vereinigt haben.

Art. 3. Der Kauf ist verbindlich, wenn auch die Sache noch nicht übergeben, oder der Preis noch nicht bezahlt ist.

Art. 4. Der Kauf ist unverbindlich, wenn sich die Contrahenten nicht über die Sache und den Preis vereinigt haben.

Art. 5. Der Kauf ist unverbindlich, wenn die Sache zur Zeit des Vertrages schon zu Grunde gegangen ist.

Art. 6. Der Kauf ist unverbindlich, wenn die Sache zur Zeit des Vertrages schon dem Käufer gehört.

Art. 7. Der Kauf ist unverbindlich, wenn die Sache zur Zeit des Vertrages schon dem Verkäufer gehört.

Art. 8. Der Kauf ist unverbindlich, wenn die Sache zur Zeit des Vertrages schon dem Käufer gehört.

Art. 9. Der Kauf ist unverbindlich, wenn die Sache zur Zeit des Vertrages schon dem Verkäufer gehört.

Art. 10. Der Kauf ist unverbindlich, wenn die Sache zur Zeit des Vertrages schon dem Käufer gehört.

Art. 11. Der Kauf ist unverbindlich, wenn die Sache zur Zeit des Vertrages schon dem Verkäufer gehört.

Art. 12. Der Kauf ist unverbindlich, wenn die Sache zur Zeit des Vertrages schon dem Käufer gehört.

Art. 13. Der Kauf ist unverbindlich, wenn die Sache zur Zeit des Vertrages schon dem Verkäufer gehört.

Art. 14. Der Kauf ist unverbindlich, wenn die Sache zur Zeit des Vertrages schon dem Käufer gehört.

Art. 15. Der Kauf ist unverbindlich, wenn die Sache zur Zeit des Vertrages schon dem Verkäufer gehört.

sollen sie mit einander verglichen werden, so könne dieses bey der vorgeschriebenen Einrichtung und Behandlung keinesweges mit der erforderlichen Genauigkeit geschehen. Dergleichen aber kämen bey pneumatischen Arbeiten häufig vor, und der Sauerstoffmesser könne nur dann für zweckmäßig gehalten werden, wenn man dergleichen Untersuchungen damit vornehmen könne. Er sehe daher nicht ein, wie Parrot nach seinem angegebenen Verfahren, z. B. ein gegebenes Stickstoffgas, dem etwa ein oder weniger Hunderttheile Sauerstoffgas beygemischt seyn könnten, auf den Gehalt an Sauerstoffgas mit Genauigkeit prüfen wolle, da bey dem Uebertragen der mit jenem gegebenen Gas gefüllten Absorptionsröhre in die äußere mit Quecksilber zum Theil gefüllte Röhre, geschähe dieß auch noch so geschwind und behutsam, immer eine Verbindung mit atmosphärischer Luft statt habe, und daher unrichtige Resultate erhalten würden. Um, bey sonstiger Richtigkeit des Phosphoreudiometers, dieser Unvollkommenheit abzuhelfen, schlägt Herr Böckmann vor, daß man für die äußere hohe Röhre eine niedrigere oder eine Schaale substituirte, so daß man die mit dem zu untersuchenden Gas gefüllte Absorptionsröhre von dem Gesimse der Wanne, immer mit Quecksilber gesperrt, in jenen Behälter bringen könnte; wobey dann die atmosphärische Luft keinen Zutritt hätte.

Parrot nehme an, daß der Phosphor in einem sauerstoffhaltigen Stickstoffgas über Quecksilber gerade so lange fortleuchtet, bis alles Sauerstoffgas vollständig zerlegt sey. Er scheine keine Rücksicht auf die Möglichkeit zu nehmen, daß das dabey entstehende phosphorsaure Gas, so wie mehr oder minder oxy-

dirte Phosphortheilchen, fähig seyn können, dem fortdauernden Leuchten des Phosphors endlich, auch bey der Gegenwart des Sauerstoffgas, Schranken zu setzen, und daß daher der Phosphor, so wie er hier angewandt werde, nicht für eine Substanz anzunehmen sey, welche der atmosphärischen Luft alles Sauerstoffgas entziehen könne. Er übergehe die desfalsigen interessanten Bemerkungen der Herren Göttling und von Humboldt, und beziehe sich nur auf einige seiner Erfahrungen, wodurch es offenbar bewiesen sey, wie äußerst nachtheilig unter andern auch phosphorhaltiges Wasserstoffgas und Kohlenwasserstoffgas auf das Leuchten des Phosphors in Stickgas oder in atmosphärischer Luft wirkten. Daß diese beyden Gasarten bey dem Leuchten des Phosphors entstehen könnten, werde sogar nach Parrot's Meynung nicht ganz unwahrscheinlich; weßhalb denn der Phosphor nicht gerade die sicherste Substanz zur Sauerstoffmessung seyn möchte.

So wenig er die allgemeine Richtigkeit der Versuche, Resultate und Meynungen von Humboldt's vertheidigen möchte, so möchte er doch diesem würdigen Gelehrten nicht den Vorwurf machen, daß seine Versuche überhaupt zu flüchtig angestellt seyen. Am wenigsten schienen diejenigen Versuche diesen Vorwurf zu verdienen, welche er in der Abhandlung über die dreyfachen Verbindungen des Phosphors, Sauerstoffs und Stickstoffs mittheile, da doch von Humboldt keine so großen Fehler habe begehen können, als man ihm hier vorzuwerfen scheine. Parrot habe zwar bey der Beschreibung seines Sauerstoffmessers sich bemüht, von Humboldt's und anderer Naturforscher hieher gehörige Erfahrungen und Einwürfe

würfe zu schwächen; allein es scheine ihm, als habe er seinen Zweck doch noch nicht erreicht. Auch hätten solche bis jetzt um so weniger Gewicht, da Parrot, wenigstens damals, keinen Fontanaschen Sauerstoffmesser zur Hand gehabt habe, der doch nöthig sey, um vergleichende Versuche über diesen Gegenstand anzustellen.

Wäre ferner Phosphor fähig, der mit Quecksilber gesperrten atmosphärischen Luft alles Sauerstoffgas zu entziehen, so müßten die von ihm angestellten Versuche anders ausgefallen seyn. Böckmann ließ nämlich zu Stickgas, das in einer genau graduirten Röhre eines Salpetergas-Sauerstoffmessers mit Quecksilber gesperrt war, und wo sich in dem Gas ein Stück Phosphor befand, bestimmte Quantitäten eines sehr reinen, aus rothem Queckſilberoxyd bereiteten Sauerstoffgas. Allein er beobachtete niemals, daß durch das Leuchten des Phosphors die Gassäule gerade um so viel vermindert werde, als das zugetragene Sauerstoffgas betragen hätte. Es blieb einige mal von 80 und 100 Graden 4, 6, und mehr übrig, und bey der Prüfung solcher Rückstände im Salpetergas-Sauerstoffmesser fand er öfters noch einige Grade Verminderung.

Parrot sey der Meynung, daß der Phosphor durch Temperaturverminderung aus dem Gas, worin er aufgelößt sey, sich als ein gelbes Pulver niederschlage, wie z. B. der Ruß bey der Erkältung. Allein dagegen sprächen seine öfters wiederholten Erfahrungen, nach welchen offenbar das Sonnenlicht hierbey Einfluß habe, und solches Pulver sich weniger, oder gar nicht bey abnehmender, sondern vorzüglich bey zunehmender und hoher Temperatur an den von der

Sonne

Sonne beſchienenen Stellen anſetze. Nur wenige Fälle kämen ihm vor, wo in Glasröhren, die mit Stickſtoffgas oder Waſſerſtoffgas gefüllt und gehörig verſchloſſen geweſen wären, ſich auch bey einem ſchwachen Tageslichte ein gummiguttgelbes Phosphorpulver abſetzt, welches man für einen durch Kälte bewirkten Niederſchlag hätte halten können. Indeß habe er auch ſeitdem bey einer Temperatur von — 2° Reaum. die Erfahrung gemacht, daß ſich das Phosphorpulver nur da an die Glasröhre anlege, wo das Sonnenlicht hinfalle, ja, daß dieſes auch, wiewohl langſamer, durch ſchwach reflektirtes Sonnenlicht geſchehe. Hätte hierbey das Sonnenlicht keinen Einfluß, ſo müßte ſich der bey einer Temperatur von + 20 bis + 30 Grad Reaum. aufgelößte Phosphor in einer fortdauernden Kälte von wenigſtens — 2° Reaum. allgemein in der Glasröhre abgeſetzt haben; ſo aber blieben hier die Glasflächen unter den mit ſchwarzer Tuſche gezogenen Gürteln völlig rein, während die nicht bedeckten Stellen mit einem dichten, aber ſcharf begrenzten Phosphorpulver belegt wurden.

Die nicht wohl zu läugnende, und von Parrot und Andern auch zugeſtandene Entſtehung eines phosphorſauren Gas möchte indeſſen in Abſicht der Menge nicht immer conſtant ſeyn; ſchon Parrot und Bertholle t ſtanden deßwegen mit einander im Widerſpruch. Er glaubte, daß auch bey gleichen Dimenſionen der Abſorptionsröhren, bey gleichen Quantitäten und Oberflächen der angewandten Phosphorſtücke, bey gleichen Zuſtänden des Phosphors in Abſicht ſeiner Oxydation, bey gleicher Elaſticität, Feuchtigkeit und Wärme des zu prüfenden Gas, das phosphorſaure Gas doch nicht immer in gleicher Menge entſtehe,

entstehe, da der Mischungszustand der zu untersuchenden atmosphärischen Luft und andere Umstände Abweichungen veranlassen könnten, und überhaupt, wie schwer möchte es seyn, keine der so eben vorausgeschickten Bedingungen zu vernachläßigen, oder sie alle möglich zu machen? Wenn auch dergleichen Abweichungen nur geringe seyn sollten, so betrügen sie doch wenigstens mehrere Tausendtheile, wo nicht gar Hundertttheile. Und was helfe uns überhaupt jetzt ein Sauerstoffmesser, der Tausendtheile unmittelbar angebe, so lange wir den wahren Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft noch nicht auf Hundertstheile zu bestimmen wüßten?

Was nun Parrot's neue Versuche betreffe, auf welche er seine Theorie gründe, so wären zuerst die Resultate desjenigen Versuchs, wo getrocknete und feuchte atmosphärische Luft der Einwirkung des Phosphors in seinen Sauerstoffmessern ausgesetzt werde, in Absicht der Absorption oder Zerlegung des Sauerstoffgas, wenigstens scheinbar, ungleich gewesen. Parrot schreibe dieses dem aus der feuchten Luft bey diesem Prozesse niedergeschlagenen Wasser zu, welches ihr in elastischer Form beygemischt gewesen. Es werde hier aber nicht erwähnt, ob dieser Versuch öfters und unter gleichen Umständen wiederholt wurde, und ob man dabey immer eine gleiche Differenz zwischen den Raumsverminderungen beyder Arten von Luft von 0,02036 gefunden habe. Diese Wiederholung wäre um so nöthiger gewesen, da Parrot größtentheils auf diesen Versuch seine weit umfassende neue Theorie gegründet habe. Es finde daher immer noch der Zweifel statt, ob nicht jene beobachtete Differenz, in Absicht ihrer Größe, bloß zufällig gewesen wäre, und also die Ver-

gleichung und ſcheinbar nahe Uebereinſtimmung mit de Sauſſüre's bemerkter Volumenszunahme der mit Feuchtigkeit geſättigten Luft um 0,01852 gleichfalls nur zufällig, und nicht conſtant geweſen wäre? Und dann bedürfte alſo auch der Schluß, daß bey der Zerſetzung des Sauerſtoffgas in der atmoſphäriſchen Luft durch Phosphor alle darin enthaltenen wäſſerigen Dünſte niedergeſchlagen werden, ſo wie die übrigen Folgerungen, erſt noch weitere Beſtätigungen, und könnten noch lange nicht als ausgemachte Thatſachen betrachtet werden.

Parrot halte ferner den Dampf, welcher erfolge, wenn man zu Phosphor-Stickſtoffgas feuchte atmoſphäriſche Luft laſſe, für einen Niederſchlag der Feuchtigkeit. Der graue Nebel bey Tage, und das Leuchten des Phosphors bey Nacht, ſeyen nach ihm zwey von einander verſchiedene, aber gleichzeitige Phänomene, wobey jenes Dampfen des Phosphors bloß Dämpfe des niedergeſchlagenen Waſſers ſeyn ſollen. Da aber die Beobachtungen gegen die bisherige allgemeine Meynung aller Naturforſcher ſtritten, ſo bedürften ſie ſchon deshalb eines gründlichen Beweiſes, und daher einer genauen Beſchreibung der Verſuche, wodurch ſich nämlich Parrot von dieſen neuen, ſchwer zu erweiſenden Sätzen überzeugt habe. Bis jetzt könne er mit Parrot nicht wohl übereinſtimmen, da er doch das Leuchten und Dampfen des Phosphors unter mancherley Umſtänden und ſo oft genau beobachtet habe. Er glaube vielmehr immer noch, daß ſich jeden Augenblick vom Phosphor, der ſich z. B. in atmoſphäriſcher Luft befinde, eine ſehr große Menge unendlich kleiner Theilchen loßreiße, daß ein großer Theil derſelben ſich dann durch Zerlegung des ihn umgebenden

Sauer-

Sauerstoffgas sogleich in phosphorartige Säure verwandele, und daß diese dadurch, und durch die nöthige Anziehung der Feuchtigkeit, um ein Beträchtliches specifisch schwerer, als der ungesäuerte Phosphor werde, und sich so als ein Dampfstern gewöhnlich niederwärts senke.

Diese Einwürfe des Herrn Böckmann hat Parrot k) auf folgende Art zu beantworten gesucht. Es sey zwar allerdings wahr, daß im Augenblicke der Einsenkung die Luft im Instrumente mit der Atmosphäre in Berührung komme; allein welche Fläche sey es, die diese Berührung gestatte? Die Skalenröhre seines größten Instruments habe einen Durchmesser von 2″ des alten Paris. Maaßes, und die Zeit jener Berührung daure gewiß selten eine Sekunde; denn bey sehr genauen Versuchen verschließe er die Mündung mit dem Finger, bis sie über der großen Röhre stehe, wo sie dann in der Berührung mit der Atmosphäre etwa 4 bis 6 Zoll Weges zu machen habe. Ferner solle man an die Langsamkeit denken, mit welcher die chemische Veränderung des Wassergehalts der eingeschlossenen Luft in einer so engen Röhre, die jede relative Bewegung der Luft unmöglich mache, vorgehe. Von dieser Langsamkeit gebe der berühmte Versuch Rumford's über die vermeinte Nichtvermischung des Wassers mit Salzwasser einen Begriff; noch mehr aber ein Versuch, den er ehemals angestellt habe, als er noch glaubte, daß die Gegenwart des Wassers statt des Queckfilbers in seinem Oxygenometer den Dunst beträchtlich vermehren werde, und er diesen Umstand als eine vorzügliche Ursache zur Vermeidung des

k) Gilbert's Annalen der Physik. B. XIII. S. 174. f.

des Wassers ansahe. Er füllte zwey seiner Instrumente mit ziemlich trockener atmosphärischer Luft ohne Phosphor; zugleich steckte er in jede Röhre ein bleyernes Cylinderchen von gleicher relativer Länge, nach den Skalen gemessen, und stürzte dann beyde Instrumente, das eine kleinere in Queckſilber, das andere in Wasser, und zwar so, daß die Flüſſigkeiten innerhalb und außerhalb gleich hoch standen, als er die Cylinderchen herausgenommen und Flüſſigkeiten an ihrer Stelle hatte aufſteigen lassen. So ließ er beyde Instrumente 8 Tage lang hangen, und beobachtete sie während dieser Zeit täglich zweymal. Es kamen freylich einige Unterschiede in diesen Beobachtungen zum Vorschein, die er aber durchaus nicht der Einwirkung des Wassers zuschreiben konnte, wie er es ganz gewiß erwartet hatte, sondern die er von den unvermeidlichen kleinen Unrichtigkeiten in der Beobachtung und in der ungleichen Schnelligkeit, mit welcher die äußere veränderliche Temperatur die ungleich dicken Glaswände der Eudiometer durchdringe, herleiten mußte. Er könne versichern, daß der angeführte Fehler nicht 0,0000 1 betragen könne. Und sollten solche Fehler einen Vorwurf von Unrichtigkeit einem Instrumente zuziehen, welches werde dann bestehen? Welches Instrument biete uns das ganze Gebiet der Naturlehre an, das nicht weit gröbere Fehler besäße?

Hr. Böckmann sey zwar nicht damit zufrieden, daß der von der Stange getrennte Phosphor sich aus dem Gas als Phosphorruß niederschlage; allein Parrot bemerkt, er habe schon damals erinnert, daß es nur unter gewissen Temperaturen geschehe, welche, wenn er sich nicht irre, nicht unter + 14° Reaum. seyn müßten. Daß dieser Niederschlag wirklich statt finde,

finde, zeigten seine meisten oxygenometrischen Versuche, wo er immer in dem Instrumente, worin der meiste Phosphor gelegen, den Niederschlag beobachtet habe, in den andern aber nur bey den höchsten Temperaturen seines Zimmers, etwa 40°. Indessen behaupte Böckmann den Niederschlag selbst, aber auch, daß das freye Sonnenlicht auf ihn Einfluß habe: jedoch gebe er auch zu, daß Fälle statt fänden, wo das Daseyn dieses Einflusses nicht erforderlich sey, und daß zuweilen der Niederschlag beym Tageslichte statt finde. Er habe bloß das Faktum angeführt, ohne des Lichts zu erwähnen, aber mit Erwähnung des Einflusses des freyen Wärmestoffs. Allein zwey folgende Versuche seyen den Böckmannschen gerade entgegen. Zweymal nach einander habe er nämlich in der Wärme eine Portion Luft in einer vierkantigen Flasche, welche etwa 6 Unzen Wasser halten mochte, zersetzt; das eine mal war es Tag, aber kein Sonnenstrahl beleuchtete diese Stelle, und das andere mal war es Nacht. In beyden Fällen hatte er die prächtigsten dunkelorangefarbigen sternartigen Phosphor-Krystallisationen am Glase gehabt, und zwar an der dem Ofen entgegengesetzten Seite am meisten, an den Nebenseiten weniger, und an der dem Ofen zugekehrten Seite gar nicht. Uebrigens meint Parrot, daß in den Böckmannschen Versuchen der Lichtstoff nicht einzig thätig war, und auch nicht unmittelbar der Phosphor diese Theile raubte; sondern daß das Gas in ihm, mit Hülfe des freyen Wärmestoffs entzogen, sie in unsichtbarer Form enthalten, und der freye Lichtstoff bloß ihren Niederschlag bewirkt habe.

Die Hauptfrage hiebey bleibt aber diese: kann die Verbindung des Sauerstoffgas mit dem Stickgas durch den Phosphor völlig aufgehoben werden? Parrot er-

klärt ſich für die Bejahung, und zwar, weil die chemiſche Verbindung beyder Gasarten keine Aenderung in ihrer Form bewirke, da hingegen die Verbindung des Sauerſtoffgas mit Phosphor die größten Grade der Formänderung bewirke: eine Anzeige von weit größerer Verwandtſchaft zwiſchen den beyden letzten, als zwiſchen den beyden erſten Stoffen. Zu dieſer Betrachtung käme noch der Grund, daß ſonſt beträchtliche Temperaturerhöhungen alle Oxydationen beförderten und intenſiver machten. Wenn alſo das Sauerſtoffgas einer zerlegten Portion atmoſphäriſcher Luft nicht völlig durch den leuchtenden Phosphor entzogen worden wäre: ſo müßte eine höhere Temperatur im Prozeſſe angewandt, etwa die Schmelzhitze des Phosphors, mehrere Procente Sauerſtoff abſorbiren. Allein keine Erfahrung ſpreche dafür; vielmehr habe man im Durchſchnitt immer mehr Abſorptionen durch das bloße Leuchten, als durch das Entzünden des Phosphors erhalten.

Das einzige erhebliche, was man bisher gegen die vollkommene Zerſetzung durch Phosphor angeführt habe, ſey, daß das Salpetergas-Eudiometer größere Abſorptionen anzeige. Allein dieſes Inſtrument nehme weder die Zerſetzung des elaſtiſchen Waſſers noch die der Luftſäure in Anſchlag, und dieſer doppelte Umſtand könne eine ſcheinbare Erhöhung der Abſorption, etwa um 0,03, bewirken; anderer Fehler an dieſem Eudiometer nicht zu gedenken. Die genau verfertigten Phosphor-Oxygenometer zeigten aber keine ſolche Irregularitäten.

So ſcharfſinnig dieſe Parrotſche Beantwortung Böckmann'en vorkommt, ſo bemerkt doch letzterer, daß er immer noch nicht Parrot's Meynung beypflichten könne. Er wünſcht vielmehr, daß Parrot mehr auf die Verſuche und Erfahrungen Rückſicht nehmen möge,

welche

welche von Clement und Desormes angestellt wären, und ganz für seine Meynung sprächen.

Davy [1]) hat vor ein Paar Jahren die Auflösung von salzsaurem oder schwefelsaurem Eisen, mit Salpetergas geschwängert zu einer eudiometrischen Substanz angewandt, und gefunden, daß selbiges in manchen Rücksichten dem Phosphor und der flüssigen geschwefelten Potasche noch vorzuziehen sey, indem es das Oxygen sehr schnell verdichte, ohne auf das Nitrogen oder den Stickstoff zu wirken, auch erfordere es zu seiner Anwendung bloß eine ganz einfache und leicht fortzubringende Geräthschaft.

Die Flüssigkeit wird bereitet, wenn man nitröses oder salpeterhalbsaures Gas durch eine gesättigte Auflösung von grünem Eisenvitriol strömen läßt. So wie das Gas verschluckt wird, bekommt die Auflösung eine dunkele olivenbraune Farbe, und wenn die Sättigung vollkommen ist, erscheint sie undurchsichtig und beynahe schwarz. Wahrscheinlich, meint Davy, ist der ganze Prozeß das Werk einer einfachen Wahlanziehung; denn in keinem Falle werde das Gas zersetzt, und unter dem Recipienten der Luftpumpe nehme es seine elastische Form wieder an, und lasse die Flüssigkeit, womit es gemischt gewesen, ohne Veränderung ihrer Eigenschaften zurück.

Die Geräthschaft, um von dieser geschwängerten Flüssigkeit für die Untersuchung der atmosphärischen Luft Gebrauch zu machen, besteht in einer fein graduirten, an einem Ende verschlossenen Glasröhre, deren Raum in 100 gleiche Theile getheilt, und die ihre größte Weite am offenen Ende hat. Nächstdem in einem Gefäße, welches die Flüssigkeit enthält.

Nach-

1) Voigt's Magazin. B. IV. S. 182. f.

Nachdem die Röhre mit der zu prüfenden Luft gefüllt iſt, wird ſie in die Probeflüſſigkeit geſenkt, und ſanft auf- und niederwärts bewegt, ſo daß ſie abwechſelnd bald in die vertikale bald in die horizontale Lage kommt, um die Wirkſamkeit deſto ſchneller zu befördern. Unter dieſen Umſtänden entſteht eine ſehr ſchnelle Luftverminderung, und die Schwärze der Flüſſigkeit macht es leicht, die Größe der Verſchluckung zu beobachten. Der ganze Verſuch iſt in wenig Minuten vollendet, und das geſammte Oxygen mit dem in der Auflöſung befindlichen nitröſen Gas zu Salpeterſäure verbunden.

Bey allen eudiometriſchen mit geſchwängerten Auflöſungen vorgenommenen Prozeſſen ſey es eine Hauptſache, den Zeitpunkt genau zu beobachten, wo die Verſchluckung ihre Endſchaft erreiche; denn gleich nach dieſer Beendigung fange das Volumen des übriggebliebenen Gas wieder etwas zu wachſen an, und nach einigen Stunden betrage dieſe Zunahme oft einige Hundertheile an der Skale der Eudiometerröhre.

Dieſer Umſtand hange von der allmähligen Zerſetzung der während des Verſuchs erzeugten Salpeterſäure ab, welcher von dem grünen Eiſenvitriole bewirkt werde. Hierauf entſtehe eine kleine Elaſticität luftförmiger Flüſſigkeit, vornämlich nitröſes Gas, welches keine Verwandtſchaft zum ſalz- oder ſchwefelſauren Eiſen habe; dieſe entbinde ſich allmählig, und verbinde ſich mit dem zurückgebliebenen Nitrogengas.

Die geſchwängerte Auflöſung des grünen ſalzſauren Eiſens wirke viel ſchneller als die des ſchwefelſauren. In den Fällen, wo man dieſe metalliſchen Salze nicht im reinſten Zuſtande haben könne, ſey auch der gemeine Eiſenvitriol zu gebrauchen. Ein Cubikzoll von einer mäßig geſchwängerten Auflöſung könne 5 bis 6 Cubikzoll

Oxy-

Oxygen bey dem gewöhnlichen Verfahren absorbiren, aber diese ganze Quantität dürfe nicht mehr als einmal bey jedem Versuche angewandt werden.

Eine Menge vergleichende Versuche, welche Davy im Jul. Aug. u. Sept. 1800. über die Luftbeschaffenheit zu Bristol mit Phosphor, Schwefelleber und der angeführten geschwängerten Auflösung angestellt hatte, bewiesen die Genauigkeit des Verfahrens aufs vollkommenste.

Bey verschiedenen Untersuchungen der atmosphärischen Luft an verschiedenen Orten mittelst der geschwängerten Auflösungen hat Davy nie eine merkliche Verschiedenheit in der Proportion ihrer Bestandtheile bemerken können. Seeluft aus der Mündung der Severn, die bey dem anhaltenden Westwinde über den größten Theil des atlantischen Meers gestrichen seyn mußte, enthielt nicht mehr als 21 im Hundert Sauerstoffgas, und dieß ist ungefähr eben das Verhältniß, welches D. Beddoes auf der Küste von Guinea durch zwey Wundärzte von Liverpool erhalten hat.

Wenn man überhaupt mehrere an verschiedenen Orten angestellte Versuche mit einander vergleiche, so habe man hinreichenden Grund zu schließen, daß die Luft aller Orten, wenn sie nur den Winden ausgesetzt sey, immer die nämlichen Procente an Sauer- und Stickstoff in sich halte.

Ventilator.

Cavallo[m]) führt aus einer englischen Schrift: practical Treatise on Chimneys, über die beste Art, in ein

m) Abhandlung über die Natur und Eigenschaften der Luft. A. d. Engl. Leipz. 1783. 8. S. 175. f.

ein Zimmer frische Luft zu bringen, folgende Bemerkung an. Man kann aus einer Oeffnung in oder nahe bey der Decke des Zimmers eine kleine Röhre entweder bis auf die Spitze des Gebäudes hinaufführen, oder ihr sonst eine Verbindung mit der äußern Luft geben. Sobald das Feuer einige Theile der Luft im Zimmer erwärmt hat, dehnen sich diese sogleich aus, und steigen in die Höhe, andere nach und nach erwärmte und verdünnte Theile drucken alsdann nach, und treiben die leichtesten Theile durch die Oeffnung in der Decke hinaus. Dadurch wird die verdorbene Luft nach und nach hinweggeschafft, ohne daß sie wieder in die niedrigern Gegenden herabkommen kann.

Um aber frische Luft ins Zimmer zu bringen, mache man noch eine andere Oeffnung in die Decke, und verbinde dieselbe mit einer engen Röhre, welche auf die äußere Seite der Mauer, oder in einen andern schicklichen Theil des Gebäudes, hier aber umgebogen und niederwärts bis an den Erdboden geleitet wird. Hierdurch wird die kalte und dichtere äußere Luft nahe am Erdboden in die untere Oeffnung der Röhre getrieben, und steigt in eben dem Maaße ins Zimmer auf, in welchem die erwärmte Luft durch jedes Zugrohr in die höhern Gegenden entweicht. Diese schwere Luft sinkt, sobald sie das Zimmer erreicht, durch ihr Gewicht gegen den Boden herab, vermischt sich während des Fallens nach und nach mit der erwärmten, und wird dadurch so gleichförmig durch das Zimmer vertheilt, daß sie die Lichter und Personen nur unmerklich erreicht, ohne die Unbequemlichkeiten zu verursachen, denen man sich bey den gewöhnlichen Wegen, frische Luft einzulassen, unterwerfen muß. Wäre die Zugröhre näher am Boden des Zimmers angebracht, so würde die Luft in einem starken und ununterbrochenen

Zuge

Zuge gegen das Feuer zu gehen, sie würde die Schenkel und untern Theile des Körpers der im Zimmer befindlichen Personen treffen, und eine unangenehme und schädliche Kälte veranlassen. Auf die beschriebene Art kann man den Zimmern mit geringen Kosten eine gleiche und mäßige Wärme geben, ohne auf der einen Seite die Gesundheit ihrer Bewohner durch das Einathmen einer stagnirenden oder faulen Luft in Gefahr zu setzen, und auf der andern ihnen Erkältungen und rhevmatische Zufälle zuzuziehen.

Einen andern sehr einfachen Ventilator hat Herr de l'Isle de St. Martin n) angegeben.

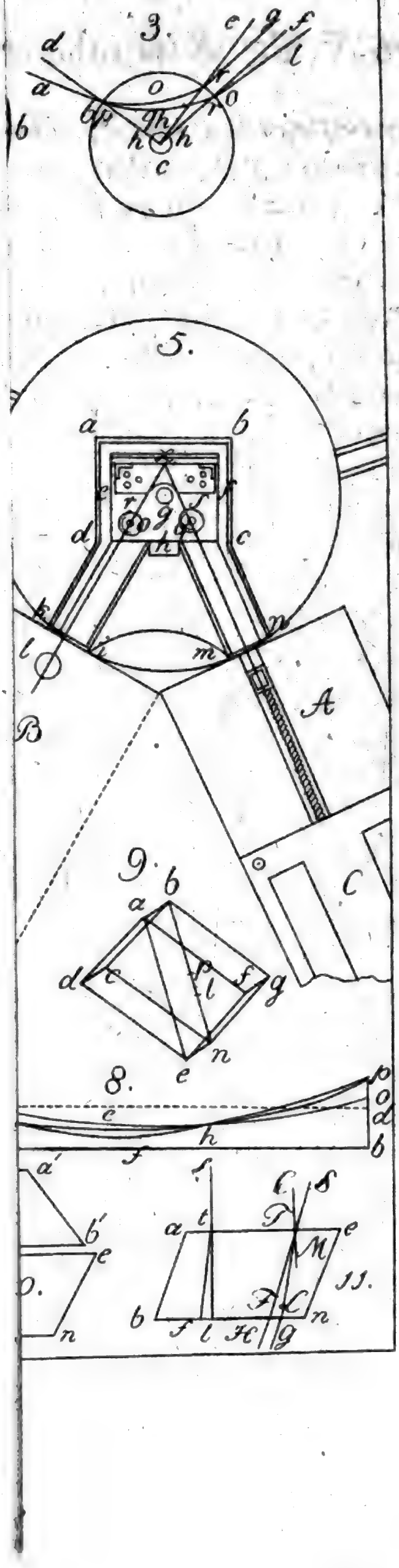
Noch mehr hat Parrot o) die wenig bearbeitete Lehre der Ventilatoren mit neuen Untersuchungen bereichert. Er geht von dem Grundsatze aus, auf welchem auch die von Cavallo angeführte Bemerkung beruht: wenn ungesunde Luft fortgeschafft, und deren Stelle durch frische ersetzt werden soll, so muß im Zimmer eine doppelte Röhre vorhanden seyn; eine, deren Mündung mit dem obersten Theile der Luft, und eine zweyte, deren Oeffnung mit dem untersten derselben verbunden ist. Ein auffallendes Beyspiel von der Wirkung zweyer solcher Röhren, deren Mündungen in verschiedenen Höhen sind, gibt eine Lichtflamme, die man in eine offene Thür zwischen zwey Zimmern von verschiedener Temperatur stellt. Man wird einen doppelten Luftstrom in dieser Thür bemerken, der untere wird seine Richtung ins wärmere Zimmer nehmen, und der obere eine ent-

n) Journal de physique. 1788. Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik. B. VI. St. I. S. 81. f.

o) Zweckmäßiger Luftreiniger theoretisch und praktisch beschrieben. Frankf. a. Mayn 1793. 8.

entgegengeſetzte ins kältere. Die Richtung der Lichtflamme zeigt dieſe Ströme, je nachdem man ſie tief oder hoch ſtellt. In der Mitte aber ſteht die Flamme ſenkrecht, als ob gar kein Strom weder unten noch oben ſtatt fände. Je höher und je niedriger die Flamme gebracht wird, deſto ſtärker iſt der Strom. Vermöge dieſes Angeführten thut Parrot den Vorſchlag, in einem jeden Zimmer zwey Röhren oder Oeffnungen anzubringen, welche mit der äußern Luft in Verbindung ſind. Da es aber kommen kann, daß der Unterſchied der eigenthümlichen Gewichte der innern und äußern Luft zu gering iſt, um die verlangte Wirkung der beyden Röhren oder Oeffnungen zu erhalten, ſo unterſtützt Parrot, um ſie wirkſamer zu machen, die abführende Röhre durch einen ſogenannten Saugventilator, die zuführende Röhre aber durch einen Druckventilator. Der Druckventilator hat mit dem von de l'Iſle de St. Martin viele Aehnlichkeit. Um aber die Wirkung der Saugmaſchine zu vermehren, gibt Parrot einen eigenen Druckventilator an, welcher eine gewiſſe Quantität friſche Luft in den zu reinigenden Ort preßt.

Tab. I.


3.
d
a
b
o
c
e
g
f
l
h
5.
a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
l
m
n
A
B
C
9.
a
b
c
d
e
f
g
l
n
8.
o
d
b
c
h
f
10.
a'
b'
e
n
11.
a
t
e
b
f
l
K
g
M
n

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATION

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

DO NOT CIRCULATE

Property of the
Library